

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Bakalářská práce**

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Ekonomické porovnání jednotlivých zdrojů  
el. energie**

**Economic Comparison of Individual  
Power Sources**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Vojtěch Muris**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika  
Téma: **Ekonomické porovnání jednotlivých zdrojů el. energie.**  
**Economic Comparison of Individual Power Sources**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Rozeberte historický vývoj zdrojů elektrické energie.
2. Vyhodnoťte ekonomické náklady na jednotkový výkon, a to jak investiční, tak provozní.
3. Rozeberte jednotlivé zdroje z pohledu ekonomického, ale i ekologického.
4. Jaké zdroje zajistí perspektivní rozvoj lidské společnosti.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Kolektiv: Jaderné a klasické elektrárny, ČVUT Praha 2011
2. Kolektiv: Obnovitelné zdroje elektrické energie, ČVUT Praha 2011
3. Kubín, M.: Proměny české energetiky, ČSZE 2009


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Hytka, CSc.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2019

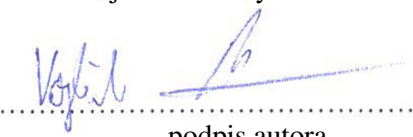


  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.  
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 15. 4. 2019

  
.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Chci poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňku Hytkovi za cenné rady a připomínky, které mi pomohly k vytvoření této práce.

## Abstrakt

V úvodní kapitole této bakalářské práce je popsán historický rozvoj energetických zdrojů u nás i ve světě. V dalších kapitolách se můžeme dočíst o jednotlivých zdrojích elektrické energie, jsou zde rozebrány jak z hlediska ekologického, tak i ekonomického. Porovnáme výrobu a spotřebu elektrické energie v České republice. Dovíme se, z jakých elektrárenských zdrojů vyrábíme nejvíce elektřiny, a které naopak ve výrobě zaostávají. Dále se seznámíme s vývojem cen a spotřeby elektrické energie pro rodinný dům. Jeden z nejzajímavějších bodů této práce je porovnání elektráren z hlediska provozních a investičních nákladů. V posledních kapitolách je shrnutí všech dostupných informací a pohled do nejbližší budoucnosti energetiky.

**Klíčová slova:** Elektrárna; uhelná elektrárna; jaderná elektrárna; paroplynová elektrárna; větrná elektrárna; solární elektrárna; vodní elektrárna; biomasa; uhlí; alternativní zdroje; náklady; cena

## Abstract

The introductory chapter of this bachelor thesis describes the historical development of energy sources in the Czech Republic and abroad. In the following chapters we can read about individual sources of electric energy, they are discussed here from ecological and economic point of view. We compare the production and consumption of electricity in the Czech Republic. We could find out from which power plants we produce the most electricity, and which in turn are lagging behind in production. Furthermore, we will learn about the progress of prices and electricity consumption for a family house. One of the most interesting points of this thesis is the comparison of power plants in terms of operating and investment costs. In the last chapters, there is a summary of all available information and a view into the nearest future of electric energy.

**Key words:** Power plant; coal power plant; nuclear power plant; steam-gas power plant; wind power plant; solar power plant; hydroelectric power plant; biomass; coal; alternative energy sources; invest costs; price

## Obsah

1. Úvod .....	9
2. Počátky výroby elektrické energie .....	10
3. Tepelné elektrárny .....	11
3.1. Uhlé elektrárny .....	11
3.2. Paroplynové elektrárny .....	13
3.3. Jaderné elektrárny .....	14
4. Elektrárny využívající alternativní zdroje energie .....	16
4.1. Vodní elektrárny .....	16
4.2. Větrné elektrárny .....	18
4.3. Solární elektrárny .....	20
4.4. Elektrárny spalující biomasu .....	22
5. Základní přehled výroby a spotřeby elektrické energie v ČR .....	23
5.1. Výroba elektřiny v ČR .....	23
5.2. Spotřeba elektřiny .....	23
5.3. Výroba elektrické energie z jednotlivých zdrojů .....	24
5.4. Vývoj ceny a spotřeby elektrické energie pro rodinný domek .....	25
6. Ekonomické a jiné ukazatele elektrárenských zdrojů .....	26
7. Zhodnocení jednotlivých zdrojů z ekologického a ekonomického pohledu .....	30
7.1. Uhlé elektrárny .....	30
7.2. Jaderné elektrárny .....	31
7.3. Vodní elektrárny .....	32
7.4. Větrné elektrárny .....	33
7.5. Elektrárny spalující biomasu .....	33
7.6. Solární elektrárny .....	34
8. Budoucnost energetiky .....	35
9. Závěr .....	36

**Seznam obrázků**

<i>Obr. 1 Elektrárna Holešovice [53]</i> .....	10
<i>Obr. 2 Elektrárna Prunéřov[54]</i> .....	11
<i>Obr. 3 Vypouštění popelovin [55]</i> .....	12
<i>Obr. 4 Schéma paroplynového oběhu[56]</i> .....	13
<i>Obr. 5 Jaderná elektrárna Černobyl[57]</i> .....	15
<i>Obr. 6 Přecherpávací elektrárna Dlouhé Stráně[58]</i> .....	16
<i>Obr. 7 Vodní elektrárna Tři soutěsky[59]</i> .....	17
<i>Obr. 8 Offshore větrný park Alpha Ventu[60]</i> .....	18
<i>Obr. 9 Větrná farma v Texasu[61]</i> .....	19
<i>Obr. 10 P-N přechod[62]</i> .....	20
<i>Obr. 11 The Panda Power plant v Číně[63]</i> .....	21
<i>Obr. 12 Pelety z biomasy[64]</i> .....	22
<i>Obr. 13 Mapa NP a CHKO České republiky[65]</i> .....	29
<i>Obr. 14 Vývoj ceny emisních povolenek[66]</i> .....	30
<i>Obr. 15 Energetické porovnání pelety Uranu</i> .....	31
<i>Obr. 16 Chaty na břehu Slapské přehrady [67]</i> .....	32
<i>Obr. 17 Větrné elektrárny a pole řepky olejné[68]</i> .....	33
<i>Obr. 18 Vývoj solárních elektráren u nás [69]</i> .....	34

**Seznam tabulek**

<i>Tab. 1:</i> Výroba elektřiny [35] .....	23
<i>Tab. 2:</i> Spotřeba elektřiny [35] .....	23
<i>Tab. 3:</i> Investiční náklady na výstavbu elektráren [36][37].....	26
<i>Tab. 4:</i> Investiční náklady na 1 kW .....	26
<i>Tab. 5:</i> Provozní náklady elektráren .....	27
<i>Tab. 6:</i> Výkupní ceny a zelené bonusy[39].....	27
<i>Tab. 7:</i> Životnost elektráren[13][17][41][42][47].....	28
<i>Tab. 8:</i> Porovnání rozlohy[43][46] .....	29
<i>Tab. 9:</i> Roční ozáření v okolí elektráren [49] .....	31



## Seznam symbolů a zkratek

### Symboly

$^{235}\text{U}$	<i>Izotop uranu 235</i>
$\text{CO}_2$	<i>Oxid uhličitý</i>
$\text{GW}$	<i>Gigawatt</i>
$\text{GWh}$	<i>Gigawatthodina</i>
$\text{Hz}$	<i>Hertz</i>
$\text{Kč}$	<i>Koruny české</i>
$\text{Kčs}$	<i>Koruny československé</i>
$\text{Kč/MWh}$	<i>Korun českých/megawatthodina</i>
$\text{MW}$	<i>Megawatt</i>
$\text{MWh}$	<i>Megawatthodina</i>
$\text{SO}_2$	<i>Oxid siřičitý</i>
$\text{TWh}$	<i>Terawatthodina</i>
$\text{V}$	<i>Volt</i>
$\text{eV}$	<i>Elektronvolt</i>
$\text{km}^2$	<i>Kilometr čtvereční</i>
$\text{kV}$	<i>kiloVolt</i>
$\text{kW}$	<i>Kilowatt</i>
$\text{kWh}$	<i>Kilowatthodina</i>
$\text{mSv}$	<i>Milisievert</i>

### Zkratky

<i>BME</i>	<i>Elektrárna spalující biomasu</i>
<i>BRKO</i>	<i>Biologicky rozložitelný komunální odpad</i>
<i>ČEZ</i>	<i>České Energetické Závody</i>
<i>ČUE</i>	<i>Černouhelná elektrárna</i>
<i>ČR</i>	<i>Česká republika</i>
<i>ERÚ</i>	<i>Energetický regulační úřad</i>
<i>ES</i>	<i>Elektrizační soustava</i>
<i>FVE</i>	<i>Fotovoltaická elektrárna</i>
<i>HUE</i>	<i>Hnědouhelná elektrárna</i>
<i>CHKO</i>	<i>Chráněná krajinná oblast</i>
<i>JE</i>	<i>Jaderná elektrárna</i>
<i>MVE</i>	<i>Malá vodní elektrárna</i>
<i>NP</i>	<i>Národní park</i>
<i>PPE</i>	<i>Paroplynová elektrárna</i>
<i>TEP</i>	<i>Tepelná elektrárna</i>
<i>USA</i>	<i>Spojené státy americké</i>
<i>VE</i>	<i>Vodní elektrárna</i>
<i>VTE</i>	<i>Větrná elektrárna</i>

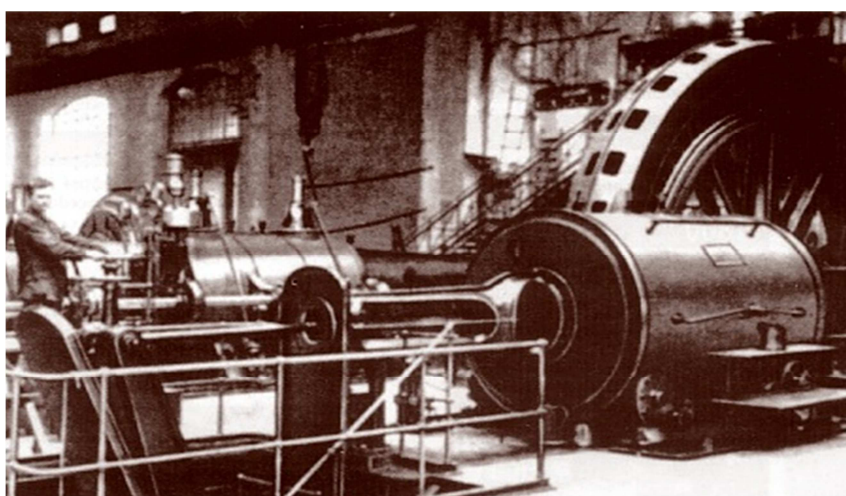
## 1. Úvod

Cíl této bakalářské práce je ekonomicky a ekologicky porovnat jednotlivé zdroje elektrické energie a vyhodnotit, který z nich je pro naši budoucnost nejperspektivnější. Toto téma jsem si zvolil, abych mohl lépe poznat, jak funguje trh s elektrickou energií.

V první kapitole se seznámíme s historickým vývojem výroby elektrické energie. V dalších kapitolách se poté dočteme o jednotlivých druzích elektráren. Probereme si je z hlediska historie, funkčnosti, ekologičnosti a přínosu pro elektrizační soustavu. V následující kapitole se seznámíme se základními přehledy výroby a spotřeby elektrické energie v České republice. V další kapitole se budeme zabývat samotnými ekonomickými údaji. V posledních kapitolách si shrneme všechny získané informace a nahlédneme do budoucnosti energetiky.

## 2. Počátky výroby elektrické energie

Prvními zdroji energie, které se využívaly pouze k mechanickým pohonům, byly větrná a vodní energie. Jako první ve střední Evropě jsme na našem území vybudovali v roce 718 mlýn na řece Ohři, který byl poháněn vodní energií. Větrná energie k pohonu větrných mlýnů zažila u nás největší rozkvět v polovině 19. století, ale první větrný mlýn byl vybudován v zahradě Strahovského kláštera v roce 1277. Největším vynálezem průmyslové revoluce bude bezesporu parní stroj. Tento vynález o 100 let předběhl vodní motory, které byly určeny k přeměně mechanické energie z vody na elektrickou energii. Parní stroj je postupně nahrazován parní turbínou, což zapříčinilo vznik tepelných elektráren, jako je známe dnes. V letech 1884 - 1889 jsou patentovány první parní turbíny Parsons od anglického vynálezce Charlese Agernona Parsonse. První elektrárny vznikaly na území západních zemí Anglie a USA koncem 19. a počátkem 20. století (první veřejná elektrárna Pearl Street v New Yorku roku 1882). První veřejnou parní elektrárnou na našem území, jakou známe dnes, sloužící pro veřejné osvětlení a soukromé využití, byla elektrárna dodávající stejnosměrný proud na pražském Žižkově. Ta byla uvedena do provozu 1. prosince 1889. Ale už před rokem 1889 se využívalo elektrické energie primárně, k osvětlování továrních hal, toto osvětlování se provádělo pomocí dynam a obloukových lamp. Jelikož přenos na velké vzdálenosti byl pomocí stejnosměrného proudu neekonomický a vodní elektrárny byly ve velkých vzdálenostech od místa spotřeby, přichází zavádění střídavého proudu. I když byly principy střídavého proudu známy, velcí vědci v oboru nedávali příliš mnoho šancí střídavému proudu před stejnosměrným. To se vše změnilo s vynálezem transformátoru a motoru s točivým polem s kotvou nakrátko. V roce 1883 v Londýně uskutečnili přenos střídavého proudu pomocí transformátoru na vzdálenost 40 km. V roce 1891 se uskutečnil přenos střídavého proudu mezi vodní elektrárnou Lauffen a Frankfurtem o výkonu 170 kW. Tato energie poté ve Frankfurtu na elektrotechnické výstavě poháněla čerpadlo na umělý vodopád a 1000 žárovek. U nás jako první elektrárna na střídavý proud vznikla v Holešovicích v roce 1897 o napětí 3000 V. V roce 1920 bylo na našem území 25 elektrárenských společností. V tom stejném roce 13. září vyšel výnos ministerstva veřejných prací, který udával společnou elektrizaci soustavy s hodnotami 50 Hz normální napětí pro místní síť 3x380/220 V, pro přespolečnou síť 22 kV, pro dálkové síť 100 kV. [1][2][3][4]



Obr. 1 Elektrárna Holešovice [53]

### 3. Tepelné elektrárny

Tyto druhy elektráren, využívají ke svému chodu teplo, kterým se ohřívá pára pohánějící parní turbínu. Rozdíl je v tom, že v jaderné elektrárně je místo kotle reaktor, který nespaluje fosilní palivo, ale dochází v něm k přeměně vazební energie jader těžkých prvků.

#### 3.1. Uhelné elektrárny

Uhelné elektrárny jsou založeny na principu přeměny energií: tepelná  $\rightarrow$  mechanická  $\rightarrow$  elektrická. Teplo, které vzniká hořením uhlí, ohřívá vodu procházející trubkami uvnitř kotle a vytváří z ní páru. Pára poté proudí do turbíny, kde předá energii lopatkám, které roztáčí turbínu. Turbína je spojena s generátorem, tudíž se roztáčí i generátor, který mění svou mechanickou energii v elektrickou pomocí magnetu, jenž nám indukuje napětí a proud. Pára, která projde turbínou, dále pokračuje do kondenzátoru, kde zkondenzuje (kondenzace: pára  $\rightarrow$  voda). Voda je opět vedena do kotle, kde se celý tento děj opakuje.[5]

Jako první se používaly parní stroje, které po vynálezu parní turbíny byly nahrazovány z důvodu vyšších rychlostí a stabilnějších regulací. První veřejná centrální elektrárna byla založena v roce 1882 v New Yorku s názvem Pearl Street s výkonem 600 kW. Těchto 600 kW využilo 82 zákazníků, kterým to dokázalo vystačit na rozsvícení 400 lamp. V roce 1884 se výkon zvýšil na 1200 kW, tímto krokem se navýšil počet zákazníků na 508, kterým bylo rozsvíceno 10 164 lamp. Elektrárna sloužila i k vytápění blízkých objektů. První elektrárnou na našem území byla, elektrárna na předměstí Prahy na Žižkově zkonstruovaná Františkem Křižíkem.[1][7]

V dnešní době v ČR uhelné elektrárny mají podíl na 50 % vyrobeném množství elektrické energie. Jsou největším výrobcem elektrické energie v České republice. Na našem území se nachází 26 tepelných elektráren, které spalují hnědé uhlí, černé uhlí, někdy i v kombinaci s biomasou nebo různými plyny (zemní, koksárenský). V největší míře se však spaluje hnědé uhlí. V roce 2017 bylo vyrobeno v České republice 87 TWh elektrické energie, z toho přes 50 % nám obstarávají tyto elektrárny. Nejvýkonnější uhelnou elektrárnou v naší zemi je elektrárna Prunéřov nacházející se v katastrálním území města Kadaň. Tato elektrárna spaluje hnědé uhlí a její instalovaný výkon je 1190 MW.[8][14][34]



Obr. 2 Elektrárna Prunéřov[54]

Uhelné elektrárny můžeme rozdělit na 2 hlavní typy. Jedná se o kondenzační (vyrábí jen elektrickou energii) nebo teplárny, v kterých pára nekondenzuje okamžitě ve vodu, ale horká pára je vedena potrubím dále k tepelným spotřebičům. Výhodou tepláren je bezpochyby jejich větší hospodárnost, ale problém nastává při výrobě elektrické energie, kdy je jejich výroba závislá na okamžité spotřebě páry v tepelných spotřebičích. Z tohoto důvodu se nikdy nestaly primárním výrobcem elektrické energie. Tyto teplárny se budují ve velkých městech nebo průmyslových oblastech, kde je velká spotřeba tepla.

Uhlí je po ropě druhý nejpoužívanější energetický zdroj na světě. Odhady, jak dlouho nám uhlí vydrží se velmi různí, ale můžeme říci, že minimálně 200 let uhlí budeme mít ještě k dispozici. Největší zásobárnou uhlí jsou státy Čína, USA, Rusko nebo Austrálie. Elektrická energie získávaná z uhlí má největší výhodu v tom, že je levná. Náklady na těžbu nejsou příliš velké a náklady na skladování, nebo přepravu taky nedosahují velkých hodnot, proto energie získávaná z uhlí je vlastně nízkonákladová. Problémem střední Evropy se staly velké náklady na bezpečnost práce a pracovní sílu při těžbě černého uhlí u nás, proto se k nám dováží z různých koutů světa (Čína, Jižní Afrika). Těžba hnědého uhlí se pořád v Evropě vyplatí, nejsou zde kladeny tak striktní podmínky. Bezesporu největší nevýhodou uhelných elektráren je dopad na životní prostředí. Vznik  $\text{CO}_2$ , což je skleníkový plyn, jenž do značné míry ovlivňuje změny klimatu. Kyselé deště, znečištění vzduchu a globální oteplování, tyto jevy jsou ekology přisuzovány právě elektrárnám spalující uhlí.[6]



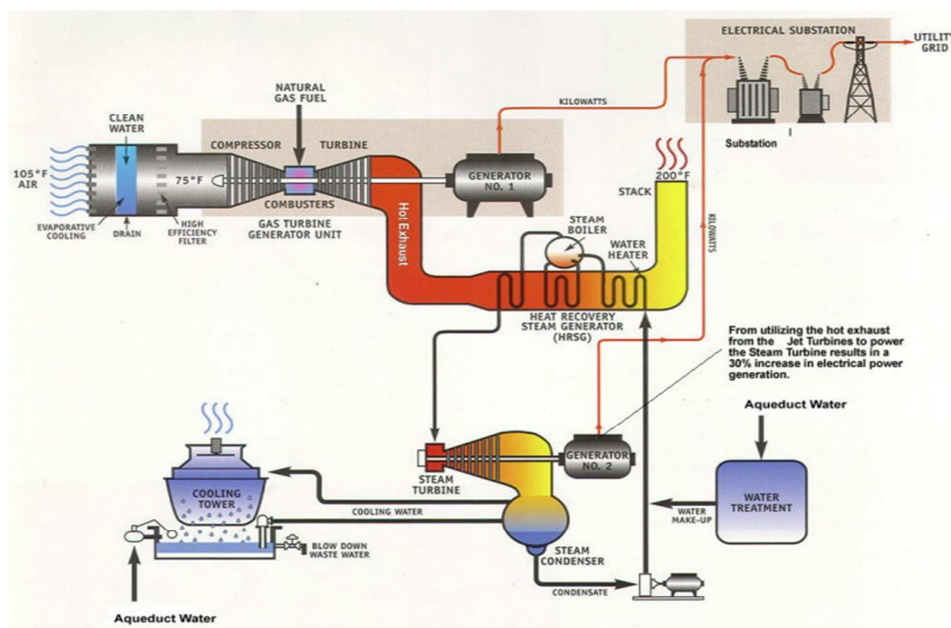
*Obr. 3 Vypouštění popelovin [55]*

### 3.2. Paroplynové elektrárny

U paroplynových elektráren se využívá paroplynového cyklu, jsou to dva oběhy vzájemně spojeny spalínovým kotlem. První část je tvořena plynovým oběhem – Braytonův cyklus, v tomto cyklu ohřátý a stlačený vzduch se vhání společně s palivem do spalovací komory. Spaliny vzniklé ve spalovací komoře, poté proudí do plynové turbíny, ve které se jejich energie přemění na energii kinetickou a pomocí generátoru připojeného na hřídel turbíny nám vzniká elektřina. Druhá část je tvořena Clause – Rankinovým cyklem, ve spalínovém kotli navazuje parní cyklus, který nám zajišťuje přeměnu tepelné energie na energii elektrickou. Je to vlastně uzavřený oběh vody a páry. Tepelná energie přemění vodu v páru o vysoké teplotě a tlaku, která poté odevzdá energii turbíně. Ta je spojena s generátorem, který nám vyrábí elektrickou energii. K ohřevu vody v kotli se využívá zbytkové teplo vystupující z plynové turbíny. Při tomto propojení obou cyklů je zajištěna vyšší účinnost a to 42-58%. Jako palivo do paroplynových elektráren využíváme zemní plyn nebo také topný olej. Dále využíváme integrovaného zpilyňování uhlí, které má velkou perspektivu, jedná se o technologii čistého uhlí.[9]

Technologický rozvoj paroplynových oběhů navázal na vývoj proudových motorů letadel v 30. letech 20. století, ale rozmach přišel, až od konce 80. let z důvodu postupného zjišťování zásob zemního plynu. V posledních letech byly vybudovány stovky nových paroplynových zdrojů, a to z důvodu eliminace produkce škodlivých emisí do vzduchu. Nejvíce paroplynových zdrojů elektrické energie bychom hledali na území USA a Japonska.[9]

Na našem území se nachází tři paroplynové elektrárny. Elektrárna Počerady, která je ze všech nejnovější, elektrárna Vřesová a elektrárna Alpiq Kladno. Tyto tři elektrárny vyrobily v roce 2017 3722 GWh elektrické energie a řadí se tak na 3. místo ve výrobě elektrické energie na našem území.[9][14][34][47]



Obr. 4 Schéma paroplynového oběhu[56]

Hlavní výhodou paroplynových elektráren je jejich schopnost spouštění do několika minut a stabilizace elektrizační soustavy, z důvodu nestálé výroby energie z alternativních zdrojů. Z ekologického hlediska je paroplynová elektrárna daleko menším znečišťovatelem oproti uhelným elektrárnám. Neprodukuje popílek a emise  $\text{SO}_2$  jsou sníženy o 70 %. Celkově mají oproti jiným elektrárnám na fosilní paliva nižší náklady na výstavbu, kratší dobu realizace výstavby a vyšší tepelnou účinnost díky využití kombinovaného oběhu. Nevýhodu mají tyto elektrárny jedinou, a to je cena paliva, to je důvodem, proč se v dnešní době upřednostňuje výroba v levných uhelných elektrárnách na úkor životního prostředí. Paroplynové elektrárny plní spíše úlohu zálohy.[9]

### 3.3. Jaderné elektrárny

Princip jaderné elektrárny je v podstatě stejný jako u uhelných elektráren, je založen opět na přeměně energií: tepelná  $\rightarrow$  mechanická  $\rightarrow$  elektrická, ale rozdíl nastává v tom, že komínem nám tady neuniká žádná škodlivá látka do ovzduší. V jaderné elektrárně vzniká teplo v reaktoru, řízenou reakcí při štěpení jader. Tato tepelná energie se využívá k výrobě páry v parogenerátoru. Pára potom pohání parní turbíny a ty pohání generátory pro výrobu elektrické energie. Jako palivo se využívá převážně obohacený uran, je to přírodní uran, v němž byl zvýšen obsah izotopu  $^{235}\text{U}$  z 0,7 % na 5 %.[10][11]

První jaderný reaktor spustili 2. prosince 1942 na univerzitě v Chicagu, tento úspěch si připsal tým okolo italského vědce Enrica Fermiho, který jako první uvedl do chodu první řízenou štěpnou reakci. V roce 1951 v americkém státě Idaho, poprvé elektrická energie z jádra rozsvítila 4 žárovky. První jaderná elektrárna, která byla připojena do elektrické sítě v roce 1954 se nacházela v Obninsku (v bývalém SSSR), tato elektrárna měla výkon 5 MW. Ale za první komerční jadernou elektrárnu považujeme elektrárnu Calder Hall ve Velké Británii, která byla do sítě připojena v roce 1956, měla 4 bloky o výkonu 4x60 MW. Na území Československa jako první jadernou elektrárnou byla elektrárna v Jaslovských Bohunicích, s její výstavbou se začalo v roce 1958 a její první reaktor s výkonem 110 MW byl uveden do provozu v roce 1972. Výstavba jaderné elektrárny Dukovany započala v roce 1978, výstavby se ujaly ruské organizace. Do provozu byla elektrárna uvedena mezi lety 1985-1987. Jaderná elektrárna Temelín byla budována od roku 1982 opět pod záštitou ruských organizací. Z důvodu sametové revoluce se výstavba 3 a 4 bloku odložila. Nakonec se podařilo zprovoznit první 2 bloky v letech 2000 resp. 2003.[11][12]

Dnes máme v České republice 6 funkčních reaktorů (Dukovany 4x510 MW a Temelín 2x1081 MW) s celkovým výkonem 4202 MW a v roce 2017 se podílely na 33 % vyrobené energie v České republice, což je 28,34 TWh. Jaderné elektrárny jsou druhým největším zdrojem elektrické energie v naší zemi. V roce 2017 bylo ve 30 státech světa v provozu 446 jaderných reaktorů, jejich společný výkon činí 391 GW. V Evropské unii 1/3 vyrobené elektrické energie pochází z jádra největším producentem této energie je bezesporu Francie, která má 58 jaderných zdrojů a v roce 2016 přesahuje energie vyrobená touto cestou 70 % celkové vyrobené energie ve Francii.[12][14][34]



Jaderná energetika řeší dva světové podstatné problémy - vliv emisí na změnu životního prostředí a přístupu k energetickým zdrojům. Jaderné elektrárny neprodukují v podstatě žádné skleníkové plyny. Pro představu v roce 2016 byly Dukovany 31 let v provozu, vyrobily 407 TWh elektřiny, uhelná elektrárna by pro tento výkon vypustila do ovzduší 367 mil. tun  $\text{CO}_2$ . V okolí jaderné elektrárny Temelín bylo prováděno měření a za celých 10 let nebylo naměřeno zvýšení radiačních hodnot a nebyly zaznamenány dopady na zdravotní stav obyvatelstva v okolí. Dostatek surovin pro výrobu paliva, taky přispívá k perspektivitě jaderné energetiky. Bez recyklace, světové zásoby ekonomicky dostupných zdrojů mohou vystačit, až na 85 let, ale v případě nasazení rychlých reaktorů s recyklací by zásoby vystačily na 2,5 tisíce let. Zásoby lithia pro fúzní reaktory, které jsou teprve v počátcích, by vystačily na 46 milionů let. Jaderné zdroje taky patří ve světě k ekonomicky výhodným zdrojům z důvodu levné elektřiny vyrobené z jádra, srovnatelné třeba s uhlím. Nevýhodou jaderných elektráren je jaderný odpad, v dnešní době nemáme žádné hlubinné uložště. Jaderné elektrárny dávají do zvláštního fondu 50 Kč za každou MWh, kterou vyrobí na uskladňování odpadu. Ročně se musí uložit 10 gramů jaderného odpadu na obyvatele, což činí 10 tun odpadu ročně. Jaderné elektrárny mají vlastní mezisklady, do kterých se odpad ukládá. V roce 2020 by měly být vybrána 2 místa v Republice a návrh předložen vládě k rozhodnutí o vybudování hlubinného uložště, které by mělo vzniknout do roku 2065. Druhou nevýhodou je bezesporu strach z jaderné havárie, která se stala v Černobylu nebo ve Fukušimě. Mnoho zemí po těchto událostech ustupuje od jaderného programu a uzavírá jaderné elektrárny nebo ruší jejich výstavby.[12][13]



*Obr. 5 Jaderná elektrárna Černobyl[57]*



## 4. Elektrárny využívající alternativní zdroje energie

### 4.1. Vodní elektrárny

Princip vodní elektrárny je jednoduchý, voda roztáčí turbínu, ta je na společné hřídeli s generátorem, mechanická energie se mění na energii elektrickou. Rozdělujeme elektrárny na akumulární, průtočné, přečerpávací a přílivové. Rozdělení podle instalovaného výkonu je následovné: malé (do 10 MW), střední (do 100 MW), velké (nad 100 MW). Nejčastěji využívané turbíny jsou Francisova, Kaplanova, Peltonova a Bánkiho.[16]

**Průtočné vodní elektrárny** - tyto elektrárny využívají přirozeného toku řeky, který nelze nijak ovlivnit, z důvodu nemožnosti regulace průtoku vody, pokrývají průtočné elektrárny základní zatížení. Průtočné elektrárny jsou buď jezové (jez se využívá pro vytvoření spádu a vzednutí hladiny), nebo derivační (využívá tzv. derivačního přivaděče, který přivádí vodu k turbíně elektrárny).[16]

**Akumulační vodní elektrárny** - akumulace vody a spád je zajištěn přehrazením řeky hrází. Akumulační elektrárny pokrývají pološpičkové nebo špičkové zatížení (elektrárny s denní akumulací vody/vysokotlaké akumulární elektrárny). Opět jsou dva typy akumulárních elektráren, přehradní vodní elektrárny (nachází se hned pod přehradou), nebo přehradní derivační vodní elektrárny (přehrada je spojena přivaděčem vody s elektrárnou).[16]

**Přečerpávací vodní elektrárny** - zde je využito dvou různě výškově umístěných vodních nádrží. Při přebytku elektrické energie v síti se voda čerpá ze spodní nádrže do té horní, při potřebě elektrické energie naopak voda proudí z horní nádrže přes turbínu do spodní nádrže. Přečerpávací elektrárny nám pokrývají špičkové zatížení v síti.[16]

**Přílivové vodní elektrárny**- jak už název napovídá, tyto elektrárny využívají kinetickou energii vody při přílivu a odlivu. Tyto elektrárny v současné době nejsou moc rozšířené, kvůli jejich technologické náročnosti a dost specifickým nárokům na umístění. Největší rozdíly hladiny jsou na pobřeží Nového Skotska a USA, kde rozdíl hladin může dosahovat až 20 metrů. I když jsou tyto elektrárny málo rozšířené z výše uvedených důvodů, jsou vnímány jako energeticky zdroj pro budoucnost.[16]



Obr. 6 Přečerpávací elektrárna Dlouhá Stráně[58]

První vodní elektrárna na světě, byla vybudována v Anglii ve městě Godalming na řece Way. Vybudovala ji v roce 1881 firma Pullman, která se zabývala výrobou kůží. Turbína poháněla přímo dynamo, které dodávalo stejnosměrný proud městu, vyrobený proud byl primárně využíván na osvětlení ulic. První vodní elektrárnu na našem území bychom hledali v Jindřichově Hradci, kde v roce 1887 z mlýna František Křížík vybuvoval elektrárnu. Jindřichův Hradec se stal v roce 1888 prvním trvale osvětleným městem na našem území. Za zmínku stojí vodní elektrárna Ames ve státě Colorádo, která byla vybudována v roce 1891 a stala se prvním komerčně využívaným zdrojem elektrické energie pracujícím se střídavým proudem. Naši nejvýkonnější vodní elektrárnou je přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně, práce na této unikátní stavbě započaly v roce 1978, ale do provozu byla uvedena až v roce 1996, během této doby docházelo k úpravám a modernizacím projektu.[3][15][18]

Jak bylo uvedeno výše, nejvýkonnější vodní elektrárnou jsou na našem území Dlouhé stráně, s výkonem 2x325 MW si zajišťují toto prvenství. Světové prvenství si drží vodní elektrárna Tři soutěsky v Číně, tato ohromující stavba má 6 krát větší výkon než má Temelín a 50krát větší výkon než vodní elektrárna Orlík, 26 generátorů zajišťuje výkon 18 300 MW. V České republice bylo v roce 2016 v provozu 12 velkých vodních elektráren (tři přečerpávací, jedna průtočná a osm akumuláčních). Malých vodních elektráren bylo ke stejnému roku v provozu 1614. Přečerpávací elektrárny v roce 2017 vyrobily 1,17 TWh elektřiny, což představovalo 1,4 % celkové množství vyrobené elektřiny. Akumulační a průtočné vodní elektrárny vyrobily ve stejném roce 1,87 TWh elektřiny, tímto se podílely na 2 % vyrobené elektrické energie. Údaj z roku 2014 říká, že 16 % světové energie je z vody, to vodní energii dostává na špici mezi OZE. Státy jako je Kostarika a Paraguay dokáží v obdobích bohatými na srážky produkovat, až 100 % elektrické energie pouze z vody. V Evropě je ve výrobě energie z vody na špici Norsko s 98-99 % elektrické energie.[14][16][19][20][34]

Výhodou vodních elektráren je bezesporu jejich čistota provozu, neznečišťují krajinu svým provozem, dopravou nebo těžbou suroviny potřebné ke svému provozu. Zvyšují efektivitu elektrizační soustavy a jejich asi největší předností je možnost startu ze tmy, mohou nastartovat celou soustavu z blackoutu. Také slouží k rekreačním účelům a k ochraně proti povodním. Jejich velkou nevýhodou je výstavba, větší elektrárny jsou velkým zásahem do krajiny. Kvůli výstavbě těchto elektráren se zatopují velké plochy a dochází ke změnám vodního režimu v dané oblasti. Problém nastává u malých vodních elektráren z ekonomického hlediska, na mnohých z nich jsou nutné rekonstrukce, což si vyžaduje velké investice.[16]



*Obr. 7 Vodní elektrárna Tři soutěsky[59]*

## 4.2. Větrné elektrárny

Princip větrné elektrárny je jednoduchý, větrná turbína sílu proudícího vzduchu, která působí na listy rotoru, převádí na rotační mechanickou energii. Tato mechanická energie je potom převedena pomocí generátoru na energii elektrickou. Listy rotoru jsou speciálně tvarované a pracují na principu buď vztahové, nebo odporové síly. Odporové turbíny jsou starší a v dnešní době málo využívané, mají jednodušší princip, ale nižší účinnost než turbíny vztahové. Je zde využito principu rozdílu sil působících na lopatky, v důsledku různého odporu vůči proudění vzduchu (různým tvarem lopatek nebo natočením lopatek). Vztahové turbíny jsou nejvyužívanější v dnešní době. Zde se využívá síly vznikající na rotorovém listu, při obtékání vzduchem (aerodynamická vztahová síla). Tato síla vzniká na speciálně upravených lopatkách, která mají třeba letadla. Podle osy natáčení se dělí na horizontální a vertikální. Největší rozdíl je mezi nimi v tom, že horizontální musí vždy směřovat proti směru větru, u vertikálních toto nutnosti není, ale jejich účinnost je o 10 % menší (horizontální 48 % vertikální 38 % účinnosti). Bentzovo pravidlo - udává maximum využití energie větru ve větrné turbíně, toto číslo je 59 %, ale musíme připočítat ztráty třením, odporem listů, převodové ztráty a ztráty v generátoru. Po započtení těchto ztrát se dostáváme na číslo 75-80% Bentzova limitu. Z větrných elektráren jsou často stavěny tzv. větrné parky, je to několik větrných elektráren na jednom místě. Musí se zde počítat s tím, že se elektrárny ovlivňují navzájem, proto jsou budovány s rozestupy 6-10 násobku rotoru turbíny, ekonomicky se jeví nejpříznivější rozstup až 15 násobek rotoru turbíny. Větrné parky jsou budovány taky u pobřeží, říká jim Offshore (pobřežní).[21]



Obr. 8 Offshore větrný park Alpha Ventu[60]

Větrná energie se využívala už v minulosti ve větrných mlýnech na mletí obilí, větrnými stroji se čerpala voda, lisoval olej nebo stloukala plst'. Prvním větrným mlýnem byl na našem území mlýn, vybudován na zahradě Stavovského kláštera v roce 1277. První větrnou elektrárnou na Světě vybudoval na přelomu let 1887 a 1888 Američan Charles F. Brush, rotor elektrárny měl průměr 17 metrů a měl 144 paprskovitě uspořádaných lopatek, výkon byl 12 kW. O tři roky později vznikla větrná elektrárna i na území Evropy a to v Dánsku, ale nebyla tak technologicky a výkonně dokonalá. K největšímu pokroku došlo mezi lety 1975-1977, učitelé a studenti úrovně střední školy v Dánsku se rozhodli, že z vlastní iniciativy vybudují větrnou elektrárnu. Výstavbou této elektrárny došlo k velkému skoku a pokroku, který dal celkem pádný argument, pro využívání větrné energie. 53 metrů vysoký betonový sloup se strojovnou s třemi lopatkami o délce 27 metrů. Instalovaný výkon byl 2 MW, ale musel být omezen na 960 kW, kvůli možnostem místní sítě. Na našem území vznikaly první elektrárny koncem 80. let 20. století, rozkvětem pak můžeme označit léta 1990-1995.[22][23]



Na našem území v roce 2014 se nacházelo 75 větrných elektráren (nepočítají se malé větrné elektrárny určené pro vlastní spotřebu). Největší větrnou elektrárnou u nás je elektrárna Kryštofovy Hamry v Ústeckém kraji s 21 turbínami a celkovém jmenovitém výkonu 42 MW (každá turbína 2 MW). V České republice se vyrobilo v roce 2017 0,591 TWh elektrické energie, což je 0,9 % celkové vyrobené elektrické energie. Největší větrná turbína se nachází na Liverpoolském pobřeží, zde se nachází offshore projekt Burbo Bank, kde v minulém roce začala dodávat do sítě elektřinu turbína o výkonu 8 MW, která je umístěna na 195 metrů vysokém pilíři. Největší světovou větrnou farmu mají v Texasu, nachází se zde 627 turbín, které mají celkový výkon 781,5 MW. Podle údaje z roku 2015 procentuálně největším výrobcem elektřiny pomocí větrných elektráren je Dánsko s 27 %, Německo vyrábí pomocí větru 11 % elektrické energie.[14][24][25][34]

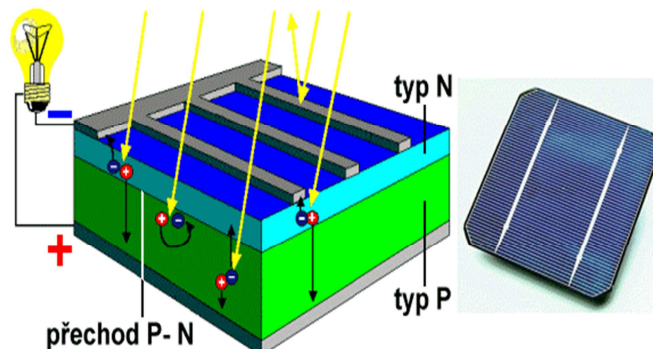


Obr. 9 Větrná farma v Texasu[61]

Co se týče ekologie, dá se tvrdit, že větrná energie je naprosto čistá a bezproblémová, nevypouští žádné škodliviny do ovzduší, neprodukuje skleníkové plyny a odpadem je ve finále jen konstrukce větrníku, který se musí po konci životnosti rozebrat na náklady majitele. Ale nevýhod a ekologických úskalí se okolo větrné energetiky nachází mnoho. Primární nevýhodou je její dá se říct „nespolehlivost“, musí být i jiný zdroj elektrické energie než jen vítr, protože v případě, že nefouká vítr, elektrárna elektrickou energii nevyrábí a to samé platí i v případě, že vítr fouká moc. Dalším problémem je regulace přenosové soustavy, když začne foukat větší vítr, začnou dodávat větší množství energie, elektrickou energii je potřeba poté směřovat tak, ať nedojde k zhroutení soustavy. Příkladem je Německo, které nám přes hranice posílá přebytky elektrické energie, protože jejich přenosová soustava není schopna tyto výkony vyregulovat. Hlučnost je další věc, která bezesporu k nevýhodám patří. Při provozu vznikají dva typy hluku, mechanický, jehož zdrojem je strojovna a aerodynamický, který vzniká prouděním vzduchu okolo listů rotorů. Problémem tohoto zvuku je jeho periodičnost, která může mít neblahý vliv na obyvatele. Probíhají sice hygienická měření před uvedením větrníku do provozu, ale problémem jsou infrazvuky, které nejsou pro nás slyšitelné, ale také nás ovlivňují. Asi nejkontroverznějším a nejprobíranějším tématem je zásah do rázu krajiny. Stožár trčící nad krajinou je pro někoho trnem v oku a druzí nechápavě kroutí hlavou, že jim větrník v krajině vadí, ale osm chladících věží Dukovanské elektrárny je nechává chladnými. Poslední věcí je tvrzení, že větrné elektrárny jsou zabijákem ptáků, podle studií EWEA (The European Wind Energy Association) z roku 2005, se zjistilo, že na 1 ptáka usmrceného kolizí s větrnou elektrárnou připadá 158 kusů ptáků usmrcených komunikačními věžemi, 2 810 kusů ptáků usmrcených kamiony nebo 4 560 kusů opeřenců zabije vedení vysokého napětí. Z této studie, nám tedy vyplývá, že větrné elektrárny nebudou tak velkým problémem pro ptactvo.[23]

### 4.3. Solární elektrárny

Solární elektrárny se dělí na dva typy, jsou to buď termální (koncentrační) elektrárny nebo fotovoltaické elektrárny, které jsou v dnešní době rozšířenější. Termální elektrárny využívají slunečních kolektorů, které absorbují sluneční energii, která ohřívá teplonosné médium. Využívají se především k vytápění a ohřevu vody. Koncentrační elektrárny pomocí zrcadel soustředí sluneční záření do ohniskového absorberu, takže se zde dosahuje daleko vyšších teplot než u termálních elektráren. Tato energie se využívá k nepřímé přeměně slunečního záření na elektrickou energii. Fotovoltaické elektrárny jsou primárním druhem solárních elektráren, využívá se zde fotovoltaického jevu, který nám zajišťuje přímou přeměnu světelné energie na elektrickou energii. Fotovoltaický panel se skládá z jednotlivých článků, základem těchto článků je polovodičová dioda, obsahující dvě vrstvy příměsových polovodičů, polovodiče typu P (anoda) a polovodiče typu N (katoda). Vrstva N obsahuje přebytek elektronů, ve vrstvě P je jich nedostatek (obsahuje přebytek kladně nabitých děr). Rozhraní těchto polovodičů se nazývá P-N přechod, který propouští v ideálním případě proud jen jedním směrem. Dopadem světla (fotonů) na fotočlánek vzniká fotoelektrický jev, při kterém jsou uvolňovány z krystalových mřížek obou vrstev elektrony, které se hromadí na vrstvě N a mezi oběma vrstvami vznikne napětí o hodnotě 0,5-0,6 V. Pro dosažení požadovaných hodnot se využívá sério-paralelního zapojení jednotlivých článků. Aby mohl být elektron uvolněn z krystalové mřížky, musí foton, který dopadá na článek, mít energii minimálně 1,12 eV. Tato hodnota platí pro křemíkové články. Teoreticky lze využít maximálně 50 % energie světelného záření, v praxi se ale pohybujeme okolo 25 %. Nejvíce využívaný materiál na výrobu fotovoltaických článků je již zmíněný křemík, který se musí upravit na čistý křemík pomocí chemických metod (polykrystalický křemík), nebo pomocí řízené krystalizace (monokrystalický křemík). Druhým prvkem je arsenid galia, má sice větší účinnost, ale nevýhodou je cena. Díky odolnosti vůči kosmickému záření se arsenid galia užívá ve vesmírných družicích.[26]



Obr. 10 P-N přechod[62]

Základy fotovoltaiky položil již v roce 1839 francouzský fyzik Alexander

Edmond Berquerel, který objevil fotoelektrický jev. První fotovoltaický článek byl sestaven v roce 1883 Charlesem Frittem, ale jeho článek měl účinnost pouze 1 %. Panely, které známe dnes, pochází z roku 1954, kdy v Bellových laboratořích byla zjištěna při experimentech s krystalickým křemíkem jeho vysoká citlivost na světlo. Výsledkem byl fotovoltaický článek s účinností 6 %. Nejprve se využívalo fotovoltaických článků primárně v kosmonautice, první družice s fotovoltaickými články byla vyslána do vesmíru Američany v březnu roku 1958. V pozemských podmínkách byly panely využívány pouze v odlehlých oblastech, kde bylo extrémně náročné nebo nemožné připojit se k elektrizační soustavě. Zájem o fotovoltaiku přišel, až s ropnou krizí v 70. letech minulého století. Nejstarší doposud fungující větší pozemní instalace pochází z počátku 80. let. Ke skutečnému rozmachu fotovoltaiky dochází až se systémem podpor a dotačních programů, s čímž jako první přišlo Japonsko následované Německem. První solární elektrárna u nás byla uvedena do provozu v roce 1998 v Jeseníkách na vrcholu Mravenečník, měla výkon 10 kW.[27][28]

V roce 2017 se v České republice nacházelo 28 315 solárních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 2110 MW, z tohoto počtu bylo 519 elektráren větších než 1 MW. Tyto elektrárny vyrobily 2,19 TWh elektrické energie, což představovalo zhruba 2 % celkové vyrobené energie. Největší elektrárnou v České republice je skupina fotovoltaických elektráren v lokalitách Ralsko a Mimoň. Jedná se o soubor 5 elektráren vzdálených od sebe pár kilometrů, jejich celkový instalovaný výkon je 55,76 MW. V roce 2010, kdy byla elektrárna Ralsko uvedena do provozu, byla 12. největší fotovoltaickou elektrárnou na světě. Jedna z největších slunečních elektráren na světě se nachází v Kalifornii. Má skoro 9 milionů panelů s celkovým výkonem 550 MW. V roce 2016 byla celková světová kapacita solárních elektráren 305 GW, z toho Čína, která je velmocí ve výrobě elektřiny pomocí slunce, má kapacitu 75 GW. Čína předstihla ve výrobě elektřiny pomocí slunce takové velmoci, jako bylo Japonsko nebo Německo. Češi si v tomto žebříčku drží 16. místo.[14][26][29][30][34]



*Obr. 11 The Panda Power plant v Číně[63]*

Hlavní výhodou solárních elektráren je jejich čistý a nenáročný provoz. Nevypouští plyny, které přispívají ke globálnímu oteplování a znečišťují přírodu. Fotovoltaické systémy vyžadují po instalaci minimální údržbu a palivo je samozřejmě zadarmo. Provoz těchto elektráren je naprosto bezhlučný, což o vodních a větrných elektrárnách tvrdit nemůžeme. V jejich prospěch hovoří i krátká doba výstavby. Hlavní nevýhodou těchto elektráren, obzvlášť v našich podnebních podmínkách je nespolehlivá velmi proměnlivá výroba, která závisí na počasí. Mlha, déšť, sníh všechny tyto klimatické vlivy ovlivňují výroby, samozřejmě v noci se také elektřina nevyrábí. Solární elektrárny musí mít záložní zdroje elektrické energie, nemohly by pracovat samostatně, nebo jsou instalovány systémy, na ukládání elektřiny. Další nevýhodou je poměrně nízká účinnost, u polykrystalických křemíků dosahuje 17 %, u monokrystalických 20 % a u článků z arsenidu galia se pohybuje okolo 29 %. Počáteční náklady na výstavbu solárních elektráren jsou obrovské, proto vznikly investiční a dotační programy na podporu těchto elektráren. Životnost těchto elektráren je garantovaná na 25 let, poté klesá účinnost. Elektrárna vydrží funkční 50 let s postupně snižující se účinností. Problémem je taky plocha, která se musí zastavět. Území zastavěné solárními elektrárnami je pro stejný generovaný výkon jako u uhelných elektráren nesrovnatelně velké. Tento problém by mohla vyřešit myšlenka vybudování solárních elektráren v pouštích, jejich rozloha je obrovská a nemají žádný hospodářský potenciál. Pro Evropu by se nejvíce hodila poušť Sahara, na které už projekty vznikají, ale tato myšlenka je prozatím jen v zárodku.[26]



#### 4.4. Elektrárny spalující biomasu

Na začátek bychom si měli říct co to vlastně biomasa je. Biomasa je veškerá organická hmota na naší planetě Zemi, která je zakomponována v koloběhu živin v biosféře. Jsou to těla rostlin, živočichů, bakterií, hub a sinic. Pro energetické účely je podstatná jen energeticky využitelná biomasa, teoreticky to může být jakákoliv forma biomasy, protože vše je tvořeno z uhlíku a jeho chemických vazeb, které obsahují energii. Ale za energetickou biomasu jsou považovány rostliny, které jsou schopny využívat sluneční záření k fotosyntéze.[31]

Jak jsme si řekli, tak pro energetické využití používáme rostliny. Jedná se především o bylinné rostliny nebo rychle rostoucí dřeviny. Mezi dřeviny patří například akát, topol, líska a mezi bylinami to může být konopí, šťovík a mnoho dalších. K výrobě surových olejů se pěstuje například řepka. Tyto plodiny poté prochází množstvím úprav, tou první je mechanická úprava, kdy dochází k řezání, drcení a následné výrobě pelet pro energetické účely. Mezi mechanické úpravy patří i finální lisování oleje. Další úpravou jsou termické procesy, tím nejstarším je karbonizace, což je výroba dřevěného uhlí. Při tomto procesu vzniká oxid uhelnatý a další toxické a karcinogenní látky.[31]

Energii z biomasy získáváme spalováním pelet, briket a olejů. Takže princip je stejný, jako u elektráren na spalování fosilních paliv. Při spalování dochází k rozkladu organického materiálu na hořlavé plyny a látky, při tomto procesu se uvolňuje oxid uhličitý, voda a teplo, které je závislé na výhřevnosti paliva. Při spalování biomasy nedochází, jako u spalování fosilních paliv k velkému zatěžování životního prostředí oxidem uhličitým. Jeho množství se téměř rovná stejnému množství, jako rostlina během svého života absorbuje při fotosyntéze. Pro dokonalé spalování, je důležitá vysoká teplota, aby nedocházelo k tomu, že hoří jen část paliva, protože tím dochází k snížení účinnosti celého procesu. Největší účinnost dosahuje při výrobě tepla a to až 90 %, při použití v kogeneraci je účinnost mezi 50-90 %, když vyrábíme jen elektrickou energii, účinnost se pohybuje okolo 50 %.[31]



*Obr. 12 Pelety z biomasy[64]*

Až do poloviny 18. století lidstvo využívalo jako jediný zdroj tepelné energie dřevo. S nástupem fosilních paliv lidé začali dřevo nahrazovat. V dnešní době se snažíme omezovat fosilní paliva z důvodu ekologického a trend biomasy je na vzestupu. V České republice se s myšlenkou o spalování biomasy pro energetické účely začalo pracovat v roce 1995 a to v odstavené elektrárně Tušimice I, ale tehdejší výkupní ceny elektřiny projektu nepřály, takže k praktické realizaci nedošlo. Tři roky poté po kladných referencích ze zahraničí o spalování biomasy s uhlím, se v Elektrárně Hodonín začalo ve větším množství se spalováním biomasy.[32][33]

V roce 2009 po vybudování nového fluidního kotle se začala spalovat v této elektrárně jen biomasa a kotel v této elektrárně se stal nejvíce výkonným kotlem u nás, spalující jen čistou biomasu. V roce 2017 bylo vyrobeno spalováním biomasy v České republice 2213 GWh elektrické energie, což je zhruba 2,5 % z celkového množství vyrobené elektrické energie.[14][34]

Jako největším přínosem se může zdát téměř nulové znečištění ovzduší při spalování, tudíž ekologický provoz, který bychom od alternativního zdroje očekávali, ale tento fakt má ovšem háček a ten nastává při zpracování biomasy pro finální spalování. Při karbonizaci dochází ke vzniku oxidu uhličitého a dalších škodlivých látek. Další ekologický problém bych viděl ve znehodnocení zemědělské orné půdy řepkou olejnou a těžba dřeva bude taky zátěží pro ekosystém, i když stromy byly k tomuto účelu vysazeny. Také je problém s náklady na dopravu, které se ve finále velmi podepisují na celkové ceně elektrické energie z tohoto zdroje. Obrovskou výhodou je jednoduchost výstavby, starší uhelné elektrárny se přestavují, nebo jen upravují pro spalování biomasy.[31]

## 5. Základní přehled výroby a spotřeby elektrické energie v ČR

### 5.1. Výroba elektřiny v ČR

Na vyrobené energii se podílí všechny zdroje elektrické energie, které jsou připojeny do sítě. Z dlouhodobého hlediska dochází k nárůstu výroby elektrické energie z důvodu zvyšování poptávky. V roce 2017 se po 4 letém poklesu výroby elektřiny se opět výroba zvyšuje.

**Tab. 1: Výroba elektřiny [35]**

Sledované roky	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Výroba v TWh	85,9	87,6	87,6	87,07	86	83,9	83,3	87,05

### 5.2. Spotřeba elektřiny

**Tab. 2: Spotřeba elektřiny [35]**

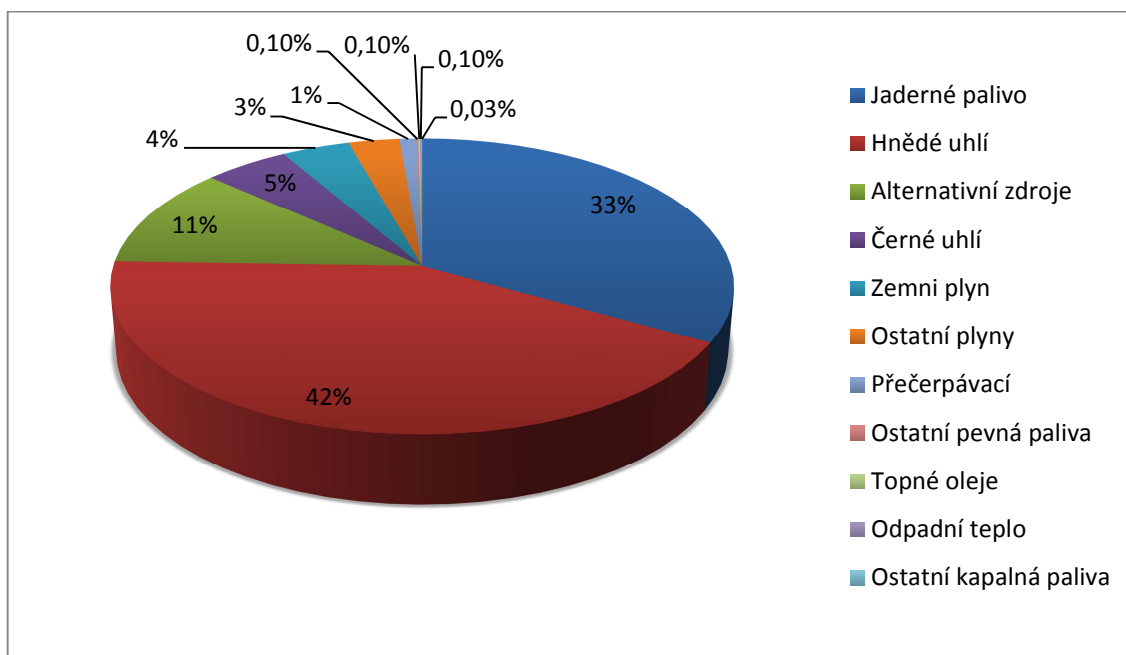
Sledované roky	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Spotřeba v TWh	70,9	70,5	70,5	70,2	69,6	71,01	72,4	73,8

Tuzemská spotřeba elektrické energie narůstá a to z důvodu vývoje ekonomiky. V roce 2017 došlo k největší spotřebě elektrické energie od roku 1981 (založení ERÚ). Nejvíce spotřebované energie v roce 2017 připadá na průmyslový sektor, který spotřeboval 31 % elektrické energie. V domácnostech jsme spotřebovali 26 % elektrické energie, 21 % elektrické energie bylo spotřebováno ve zdravotnictví, školství, službách a obchodu. Pro energetiku bylo spotřebované 8 % elektrické energie. Důležitý aspekt je i vývoz a dovoz elektrické energie. Z České republiky bylo vyvezeno 28,1 TWh elektrické energie, nejvíce na Slovensko a do Rakouska. Dovezená energie poté činila 15,1 TWh a to především z Polska a Německa, které dlouhodobě zatěžuje naši síť.[35]

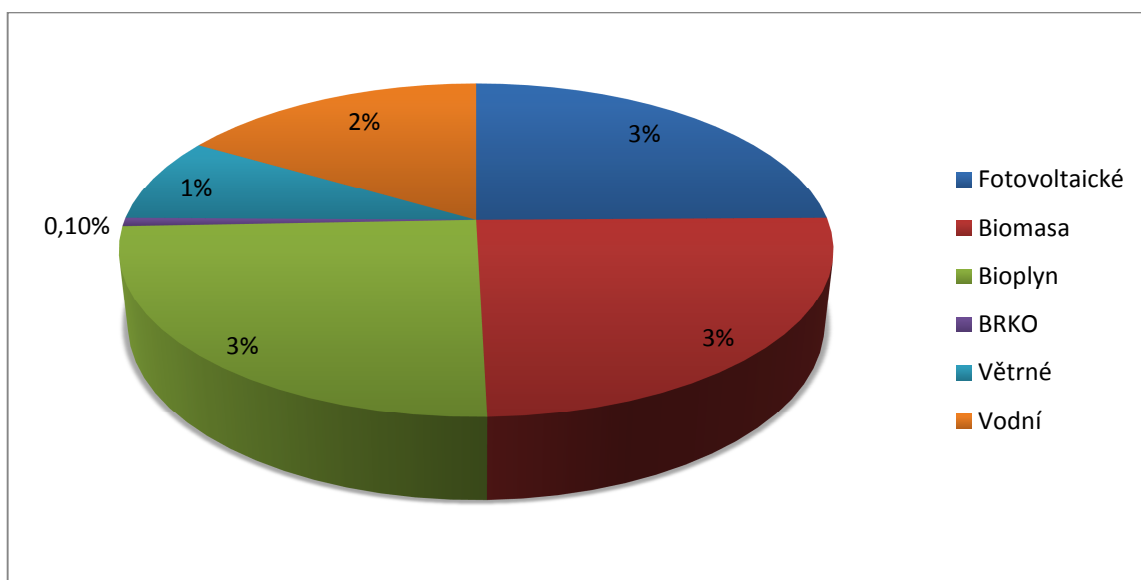


### 5.3. Výroba elektrické energie z jednotlivých zdrojů

Jak je uvedeno v tabulce výše, celková BRUTTO vyrobená elektřina dosáhla 87,05 TWh, v meziročním porovnání s rokem 2016 narostla výroba přibližně o 4,5 %. Nejvíce k tomuto navýšení přispěly jaderné elektrárny, které navýšily oproti roku 2016 výrobu téměř o 18 %. Naopak největší pokles zaznamenalo černé uhlí, meziročně klesla výroba energie z něj o 22 %. Výroba energie z alternativních zdrojů elektrické energie poklesla o 2 % od roku 2016.[14]



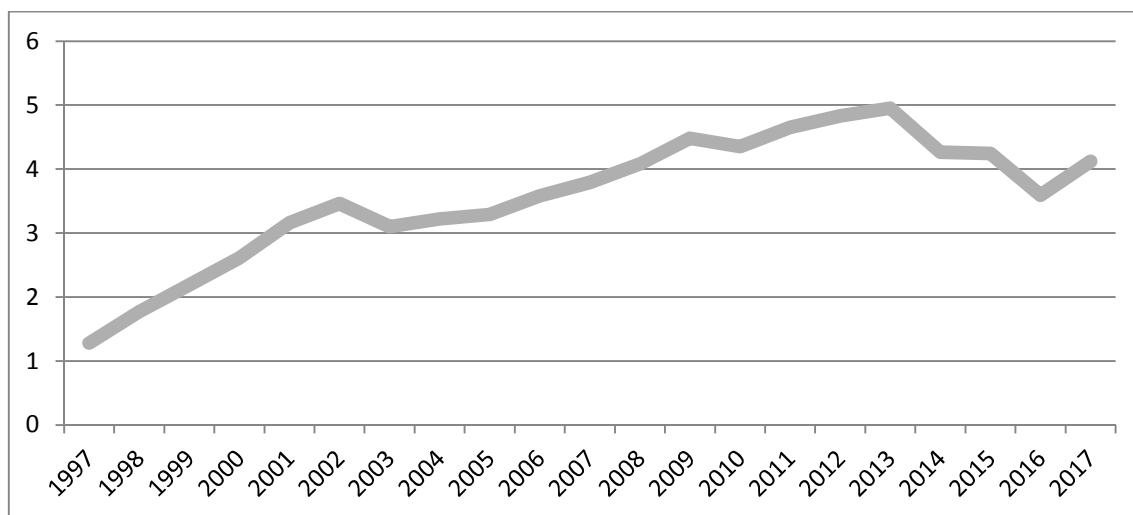
Graf 1. Výroba BRUTTO elektřiny v roce 2017[14]



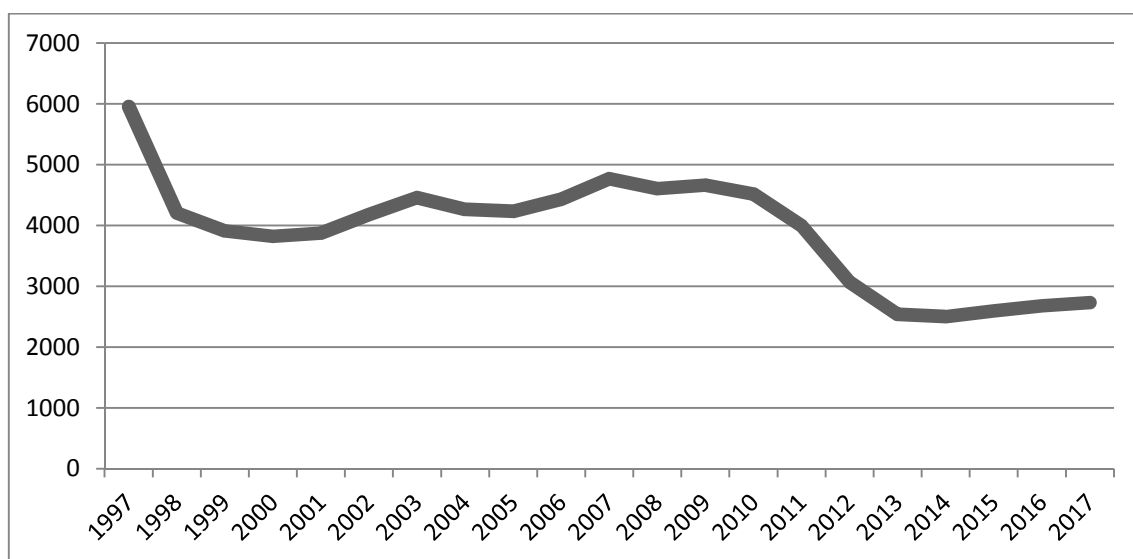
Graf 2. Výroba elektřiny z alternativních zdrojů 2017 [14]

#### 5.4. Vývoj ceny a spotřeby elektrické energie pro rodinný domek

Pro sledované období mezi lety 1997 – 2017 jsem z faktur pro náš dvougenerační dům v Ostravě Petřkovicích zpracoval data porovnávající vývoj cen elektrické energie a její spotřeby pro 5-7 člennou domácnost. Cena energie se skládá z 5 částí: dodávka elektřiny, distribuce elektřiny, daň z elektřiny, systémové služby a od roku 2010 se na každou spotřebovanou MWh přispívá částkou 598 Kč na alternativní zdroje.



Graf 3. Vývoj ceny elektřiny Kč/kWh



Graf 4. Vývoj spotřeby elektřiny kWh/rok

Když oba dva grafy porovnáme, můžeme si všimnout, že s nárůstem ceny elektřiny jsme začali být více špořiví. Spotřeba klesla z důvodu nákupu novějších elektrospotřebičů, které jsou ekologičtější a ekonomičtější na svůj provoz (televize, lednice, sekačka) a vyřazením některých elektrospotřebičů náročných na spotřebu (pila, mrazáky apod.). V grafu o vývoji ceny si můžeme všimnout nárůstu a následnému zlomu ceny mezi lety 2008-2013, tento zlom bude patrně zapříčiněn fotovoltaiickým boomem a začátkem obrovské podpory alternativních zdrojů.

## 6. Ekonomické a jiné ukazatele elektrárenských zdrojů

**Tab. 3: Investiční náklady na výstavbu elektráren [36][37]**

<b>Elektrárna</b>	<b>Cena výstavby v Kč</b>	<b>Instalovaný výkon v MW</b>
<b>JE Temelín</b>	100 mld.	2 x 981 (původní výkon)
<b>PPE Počerady</b>	20 mld.	840
<b>ČUE Dětmarovice</b>	37,5 mld.	800
<b>MVE Štětí</b>	900 mil.	6,46
<b>FVE Ralsko</b>	3 mld.	38,3
<b>VTE Kryštofovy Hamry</b>	1,6 mld.	42

Elektrárny, které jsou uvedeny v tabulce výše, byly postaveny přibližně ve stejném časovém období, až na černouhelnou elektrárnu Dětmarovice. K stanovení její ceny jsem využil inflační kalkulačku. Původní cena této elektrárny byla 5 miliard Kčs, tuto částku jsem vynásobil 7,5krát.

Cena fotovoltaické elektrárny Ralsko není úplně přesná, je to hrubý odhad vycházející z faktu, že mezi lety 2008-2010, byly investiční náklady 1 kW instalovaného výkonu pro fotovoltaické elektrárny 60 – 110 tisíc korun. Informace o těchto stavbách se velmi těžce shánějí a majitelé si je opravdu pečlivě střeží. Elektrárnu Ralsko poté odkoupil od soukromníka ČEZ za 4,5 miliardy korun.[38]

Obdobná situace jako u elektrárny Ralsko nastává i u větrné elektrárny Kryštofovy Hamry. Zde se mi podařilo zjistit, že v té době se investiční náklady na 1 MW instalovaného výkonu pohybovaly okolo 40 milionů korun.

Z tabulky je patrné, že největší investiční náklady jsou na výstavbu jaderné elektrárny. Ale když vypočteme investiční náklady na 1 kW instalovaného výkonu, dostaneme zajímavá čísla, která dělají z vodních a solárních elektráren nejdražší zdroj 1 kW z investičního hlediska.

**Tab. 4: Investiční náklady na 1 kW**

<b>Elektrárna</b>	<b>Investiční náklady na 1 kW v Kč</b>
<b>JE Temelín</b>	51 000
<b>PPE Počerady</b>	23 000
<b>ČUE Dětmarovice</b>	46 000
<b>MVE Štětí</b>	139 000
<b>FVE Ralsko</b>	80 000
<b>VTE Kryštofovy Hamry</b>	40 000

Tab. 5: Provozní náklady elektráren

Elektrárna	Stálé náklady Kč/MWh	Proměnné náklady Kč/MWh	CO <sub>2</sub> povolenka Kč/MWh	Cena za 1 MWh v korunách
<b>JE</b>	210	220		430
<b>HUE</b>	160	390	100	650
<b>ČUE</b>	240	790	100	1 130
<b>TEP</b>	200	440	100	740
<b>PPE</b>	370	980	60	1 410
<b>BME</b>	540	1 400		1 940
<b>VE</b>	190	10		200

Provozní náklady elektráren se skládají ze stálých a proměnných nákladů. U zdrojů produkujících CO<sub>2</sub> je nutné připočíst emisní povolenky. Stálé náklady na výrobu zahrnují tyto položky: péči o zařízení, režijní náklady, personální náklady a nezahrnují odpisy investic. Proměnné náklady zahrnují: náklady na palivo (uhlí, plyn, biomasa), hmoty na úpravu spalín (vápenec, vápno), nákup technologické a povrchové vody, poplatky za emise, ukládání popelovin, odpadní vody a odvod na jaderný účet. Z tabulky jasně vyplývá, že nejlevnější provozní náklady mají vodní a jaderné elektrárny. Naopak nejdražší na provoz jsou elektrárny spalující biomasu, jejich konkurenceschopnost a životaschopnost je založena na finančních dotacích.

Tab. 6: Výkupní ceny a zelené bonusy[39]

Elektrárna	Rok	Výkupní cena Kč/MWh	Zelené bonusy Kč/MWh
<b>FVE</b>	2009	15 610	14 580
	2013	2 739	1 549
<b>VTE</b>	2009	2 861	2 011
	2017	2 008	1 158
<b>BME čistá</b>	2014	3 335	2 305
<b>malé VE</b>	2017	2 852	1 762

Pro orientaci v tabulce bychom si měli vysvětlit, jaký je rozdíl mezi výkupní cenou a zeleným bonusem. V případě výkupní ceny je vyplacena částka jen za elektřinu, která je dodána do sítě, v případě zelených bonusů je vyplacena částka za veškerou vyrobenou elektřinu. V případě, že chceme využívat například solární panely na domě pro vlastní potřebu a přebytek energie dodat do sítě budeme volit podporu zeleného bonusu, jestliže výrobce má v plánu jen výrobu elektrické energie za účelem zisku, volí podporu výkupní ceny. Z tabulky je patrná změna zákona o podpoře alternativních zdrojů č. 180/2005 Sb., který zavinil solární boom a jehož změnou došlo k obrovskému poklesu cen.[39]

**Tab. 7: Životnost elektráren[13][17][41][42][47]**

<b>Elektrárna</b>	<b>Životnost v letech</b>
<b>JE</b>	50-60
<b>PPE</b>	nejméně 30
<b>UE</b>	
<b>MVE</b>	100
<b>FVE</b>	25
<b>VTE</b>	20-25

V případě uhelných elektráren jsem neuvedl jejich životnost a to z toho důvodu, že v případě investic a inovací uhelné elektrárny mohou sloužit velmi dlouhou dobu. Výměny kotle a jiných částí jsou investice, které elektrárnu mohou držet při životě desítky let, nebo také mohou být přestavovány například na elektrárny spalující biomasu.

V naší zemi ještě nemáme zkušenost se skutečnou životností jaderné elektrárny. Původní odhady udávaly životnost kolem 20 let, tyto odhady byly naprosto podhodnocené. Průběžné modernizace mohou za prodloužení původní životnosti až na 60 let. Jaderná elektrárna Dukovany je v provozu od roku 1985 s tím, že všechny 4 bloky byly v provozu od roku 1987, a pořád je plně funkční. Podle původních odhadů by od roku 2007 měly být Dukovany mimo provoz, popřípadě musely být vystavěny nové bloky. V současné době se počítá s ukončením provozu v roce 2035.[13][45]

U malých vodních elektráren je životnost podmíněna dobrým servisem a modernizacemi. Jako příklad použijeme MVE Čeňkova Pila, která roku 1912 začala dodávat elektřinu pro město Kašperské hory a v roce 2012 oslavila 100 let provozu.[17]

Životnost větrné elektrárny se uvádí mezi 20-25 lety provozu. Po skončení jejich životnosti musí být na náklady provozovatele rozebrány. Na místě, kde stála původní větrná elektrárna, může vyrůst další větrná elektrárna, což je asi nejschůdnější cesta. V případě úplného zrušení provozu musí provozovatel na vlastní náklady odstranit i betonový základ. Pro představu likvidace jedné větrné elektrárny s výškou 75-150 metrů může stát až 200 tisíc dolarů (cca 4 mil. korun). Dalším problémem je, že listy větrných elektráren, vzhledem k nárokům na flexibilitu, pevnost a jiné jejich vlastnosti nejsou recyklovatelné. U solárních elektráren se životnost uvádí na 25 let provozu. Po 25 letech poklesne na 80 % účinnosti, která poté jen klesá. V dnešní době ještě pořádně nemůžeme říct, co se stane na konci jejich životnosti, a jak se budou muset solární elektrárny likvidovat. Někteří provozovatelé mají už likvidaci předplacenou v mezinárodním recyklačním systému. U nás mají provozovatelé povinnost přispívat do recyklačního fondu. Konstrukce je tvořena z pozinkované oceli, hliníku a propojení částí je z měděných drátů, takže se dá tvrdit, že provozovatel bude mít na konci životnosti profit. U některých tenkovrstvých panelů, zejména těch levnějších se nachází toxické látky (sloučeniny kadmia), které by mohly způsobovat na konci své životnosti problémy.[41][42]

Tab. 8: Porovnání rozlohy[43][46]

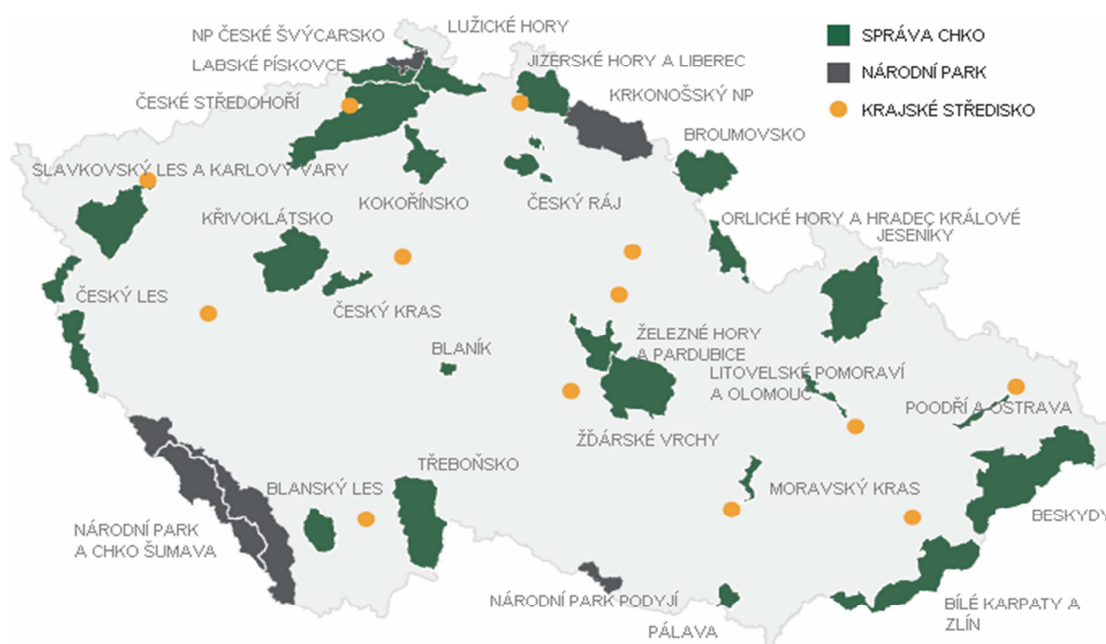
Elektrárna	Rozloha v km <sup>2</sup>	Instalovaný výkon v MW
Jaderná elektrárna Temelín	2	2164
Desert Sunlight Solar Farm, California	16	550
Roscoe Wind Farm, Texas	400	781,5

Z tabulky je patrný obrovský rozdíl mezi jednotlivými rozlohami. Aby celá myšlenka této tabulky byla kompletní, tak větrnou i solární elektrárnu přepočteme pomocí výkonu na rozlohu, jakou by elektrárny musely mít, aby se svým výkonem vyrovnaly JE Temelín.

Výkon jmenované solární elektrárny je cca 4 krát menší, což znamená, že abychom dostali stejný výkon solární elektrárny, vynásobíme její rozlohu 4. Rozloha takové elektrárny by měla 64 km<sup>2</sup> s instalovaným výkonem 2200 MW. Pro představu rozloha Národního parku Podyjí je 63 km<sup>2</sup>. [44]

U dané větrné elektrárny jsou čísla ještě mnohem zajímavější. Pro lepší názornost budeme tvrdit, že větrná farma má 3 krát nižší výkon, takže vynásobíme rozlohu 3 a dostaneme číslo 1 200 km<sup>2</sup>, taková elektrárna by potom měla výkon 2344 MW. Opět pro představu CHKO Beskydy má rozlohu 1 160 km<sup>2</sup>. [45]

Je jasné, že větrníky nejsou stavěny u sebe jeden za druhým, ale jsou budovány tak, aby měly co největší účinnost a využití větru. U solárních elektráren se dá tvrdit, že zastavěná plocha bude celá, když pomíneme malou infrastrukturu. Jaderné elektrárny také na své ploše nemají všude zástavbu, která by byla důležitá pro provoz, ale je pro ně důležitá infrastruktura v areálu.



Obr. 13 Mapa NP a CHKO České republiky[65]

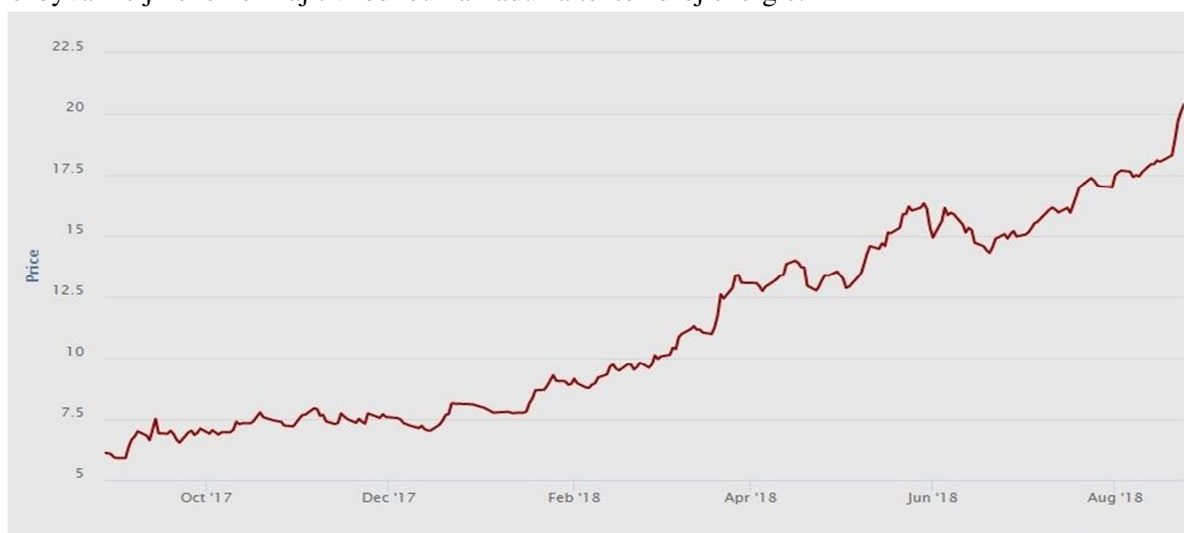
## 7. Zhodnocení jednotlivých zdrojů z ekologického a ekonomického pohledu

### 7.1. Uhelné elektrárny

Tento typ elektráren je pro nás zatím náš primární zdroj elektrické energie. Vzhledem k povolenkám CO<sub>2</sub>, které meziměsíčně stále narůstají, stoupá i cena elektřiny, která se vyrábí v černo a hnědouhelných elektrárnách. Stále přísnější normy a bezpečnostní nařízení zdražují těžbu uhlí. U nás v elektrárnách se používá už jen naše hnědé uhlí, na které zatím tak přísné normy nepadly. Černé uhlí se dováží z dalekých států světa, místo toho aby se kupovalo z našich dolů, ale díky přísným nařízením je pro nás levnější uhlí dovážet. Přitom zásoby černého uhlí máme obrovské, ale jeho těžba už se u nás nevyplatí.

Největším a zásadním problémem je samozřejmě znečišťování ovzduší. Data z roku 2015 Evropské komise, která se zabývá obchodováním s emisními povolenkami, uvádí, že v České republice mezi 10 největšími znečišťovateli jsou právě v největší míře závody na výrobu elektřiny a tepla. Mezi ně patří elektrárny Počerady, Tušimice II, Vřesová, Pruněřov I a II. Co se týče evropského měřítka, tam v daném roce vládly německé hnědouhelné elektrárny, které se objevily hned 4 krát v první pětce znečišťovatelů. Tenhle fakt možná vede Němce k velkému rozvoji hlavně větrné energetiky.[48]

Čím dál větší ekologický pohled na svět kolem nás není pro uhelnou energetiku vůbec příznivý. Vzhledem k nárůstům cen za emisní povolenky a stále přísnějším ekologickým normám je otázkou času, kdy bude nevýhodné provozování těchto elektráren. Neustálé investice do nových, modernějších kotlů a filtrů povedou k vytlačení uhelných elektráren z trhu. Tenhle fakt bude pro Českou republiku velkým problémem, když u nás je 50 % elektrické energie vyrobeno právě z uhlí. Z toho důvodu nám nezbyvá nic jiného než najít vhodnou náhradu za tento zdroj energie.



Obr. 14 Vývoj ceny emisních povolenek[66]

Graf zorní vývoj cen emisních povolenek za 1 tunu CO<sub>2</sub> vypuštěnou do ovzduší od října 2017 do srpna 2018. Můžeme si všimnout, že za tak krátké období cena narostla průměrně zhruba o 15 euro.

## 7.2. Jaderné elektrárny

Jaderná energie má v naší zemi velké zastoupení ve výrobě elektrické energie a řadí se na 2. místo s 33 % vyrobené energie. Velká počáteční investice se za svůj život elektrárny několikrát navrátí a my takto získáváme levný, spolehlivý a hlavně ekologický zdroj elektrické energie. Podle tabulky výše je patrné, že jaderná energetika nám dokáže vyrobit velice levnou energii v porovnání, třeba s uhelnými elektrárnami. Důvodem je levné palivo a není potřeba platit emisní povolenky. Na obrázku můžeme vidět, jaké množství ostatních surovin nám energeticky nahradí jedinou peletu uranu.



Obr. 15 Energetické porovnání pelety Uranu

Jak jsme si řekli, ekologicky jsou na tom jaderné elektrárny výborně, ač se to tak pro laiky nemusí jevit. Většina odpůrců jaderné energetiky vidí jako hlavní problém jaderný odpad, ale už si tito odpůrci neuvědomují, že tento odpad vzniká i v jiných odvětvích, třeba v chemickém průmyslu nebo lékařství. V těchto odvětvích také vzniká radioaktivní odpad, který se musí patřičně ukládat. Jaderné elektrárny na tento radioaktivní odpad mají zvláštní fond, do kterého za každou vyrobenou 1 MWh dávají 50 Kč. Dalším strašákem jsou jaderné katastrofy, které jsou bohužel součástí jaderné energetiky, ale v našem středoevropském mírném pásmu se dají vyloučit vlny tsunami, zemětřesení a další klimatické vlivy. Po události v Černobylu jsou zase posilovány různé bezpečnostní prvky, které by měly zamezit pochybení lidského faktoru. Jediným možným scénářem může být teroristický útok, ale i s tímto faktem se počítalo a beton-ocelový kontejnment vydrží náraz letadla.

Posledním bodem, který bych chtěl vyvrátit je strach z ozáření občanů žijících v blízkosti jaderných elektráren. Průměrně člověk žijící v České republice obdrží přirozenou dávku ozáření 2,5-3 mSv za rok. Toto číslo se mění podle cestování letadlem, podstupování rentgenu nebo častým sledováním televize. Ročním měřením v okolí JE Temelína, teplárny Třebíč a Elektrárny Ledvice se zjistilo, že JE nemá takový vliv na ozáření obyvatel, ale vliv na ozáření mají přítomné horniny, které jsou součástí uhlí.[49]

Tab. 9: Roční ozáření v okolí elektráren [49]

Lokalita	Počet hodin [h]	Efektivní dávka z externího ozáření [mSv]
Ledvice	8 760	0,37
Temelín	8 760	0,44
Třebíč	8 760	0,73



### 7.3. Vodní elektrárny

Spojením všech druhů vodních elektráren (průtočné, akumulární a přečerpávací) se stává energie z vody naším velkým zdrojem, z alternativních zdrojů elektrické energie. Přes své drahé počáteční náklady na výstavbu, které souvisí i například s vykupováním celých obcí, které jsou poté zatopovány, je vodní energie pořád výhodná pro své levné provozní náklady. Vodní elektrárny v případě investic do renovací, dokáží vyrábět elektrickou energii desítky let.

Co se týče ekologie, tak vodní elektrárny nevypouští žádné  $\text{CO}_2$ , nebo nemusí ukládat žádný jaderný odpad. Jejich problém nastává při budování. V dané oblasti se změní vodní režim, jsou zatopována nová území a mění se tok řek. I přes tento fakt bych řekl, že energie z vody je z alternativních zdrojů jediná, která se dokáže výkonově rovnat s fosilními nebo jadernými zdroji elektrické energie. Na relativně malé ploše dokáží vodní elektrárny vyrábět velké množství energie. Když pomineme fakt zatopené vodní plochy, která v konečném důsledku slouží jako rekreace pro lidi, tak je plocha opravdu zanedbatelná v porovnání s větrnými a solárními elektrárnami. Vodní elektrárny jsou součástí naší společnosti už mnoho let, proto je možná bereme jako samozřejmost a bereme je jako součást krajiny, do které si dobrovolně plánujeme výlety a dovolené. K takové fotovoltaické elektrárně Ralsko nebo za větrníky k větrné farmě bych se na výlet dobrovolně nevypravil.



*Obr. 16 Chaty na břehu Slapské přehrady [67]*

Vodní elektrárny, zejména pak přečerpávací jsou velmi důležité pro naši elektrizační síť. Dokáží nastartovat celou soustavu po blackoutu, což je jejich největším přínosem. Přečerpávací elektrárna Dalešice, například slouží k zastoupení jednoho Dukovanského bloku v případě výpadku. Za 60 vteřin dokáže dosáhnout svého maximálního výkonu (480 MW), což je nejrychlejší nabíjení u nás. Bohužel většina staveb velkých vodních elektráren a hlavně těch přečerpávacích byla vybudována za minulých režimů. V dnešní době už je v podstatě nemožné u nás takovou přečerpávací vodní elektrárnu vybudovat. Dnešní ochranné a ekologické zákony a povolení by takovou stavbu nejspíše nepovolily, z důvodu obrovského zásahu do krajiny.[50]

#### 7.4. Větrné elektrárny

Větrná energie do naší soustavy přispívá 1 % vyrobené elektrické energie. Nemá u nás velký potenciál a funguje jen jako doplněk. V našich podmínkách by musely být obsypány vrcholky hor větrníky, aby měla větrná energie větší potenciál. I přes svůj ekologický provoz má větrná energetika spoustu zarytých odpůrců, kteří proti výstavbám sepisují petice. Těmto odpůrcům vadí především zásah do krajiny větrníkem tyčícím se vysoko nad stromy a hlučný provoz. Větrné elektrárny mají téměř bezobslužný provoz a jejich náklady na výstavbu nejsou oproti jiným zdrojům nikterak vysoké.

Větrná energetika je v našem středoevropském mírném pásu, dle mého názoru vhodná pro soukromé spotřebitele a jejich využití. Jak je možno vidět v sousedním Německu, kde se opouští od hnědouhelných elektráren, které extrémně znečišťují ovzduší a přechází se právě na větrnou energetiku. Jejich zeměpisné podmínky jim to umožňují, ale pro nás je tento krok celkem nešťastný. Extrémní přebytky energie, které nedokáží vyregulovat, posílají k nám přes západní hranici a přetěžují nám naši elektrizační síť.

#### 7.5. Elektrárny spalující biomasu

V těchto elektrárnách se vyrobí zhruba 3% elektrické energie. Kdybychom k tomu přidali spalovny bioplynu a BRKO, tak se stává bio spalování našim primárním zdrojem energie, z alternativních zdrojů. Tyto elektrárny se z investičního hlediska rovnají v podstatě ceně nového kotle, který je uzpůsoben ke spalování biomasy. Staré elektrárny, které již nevyhovují provozu, stačí přebudovat, nebo se poté tvoří nové spalovny biomasy. S náklady na provoz je to trochu problematičtější. Elektrárny na biomasu stojí na dotacích, aby jejich konkurence schopnost byla vůbec možná z důvodu obrovských nákladů na palivo.

Z ekologického hlediska je spalování čisté biomasy v pořádku, ale jak jsme si řekli, tak při jejím zpracování vznikají škodlivé látky, které by u výroby „čistého“ zdroje elektrické energie vznikat neměly. Dalším úskalím je zabírání orné, úrodné půdy například řepkou olejnou, která je pěstována na úkor daleko důležitějších plodin, jen z důvodu dotací, které na tuto plodinu kvůli biopalivům dopadají.

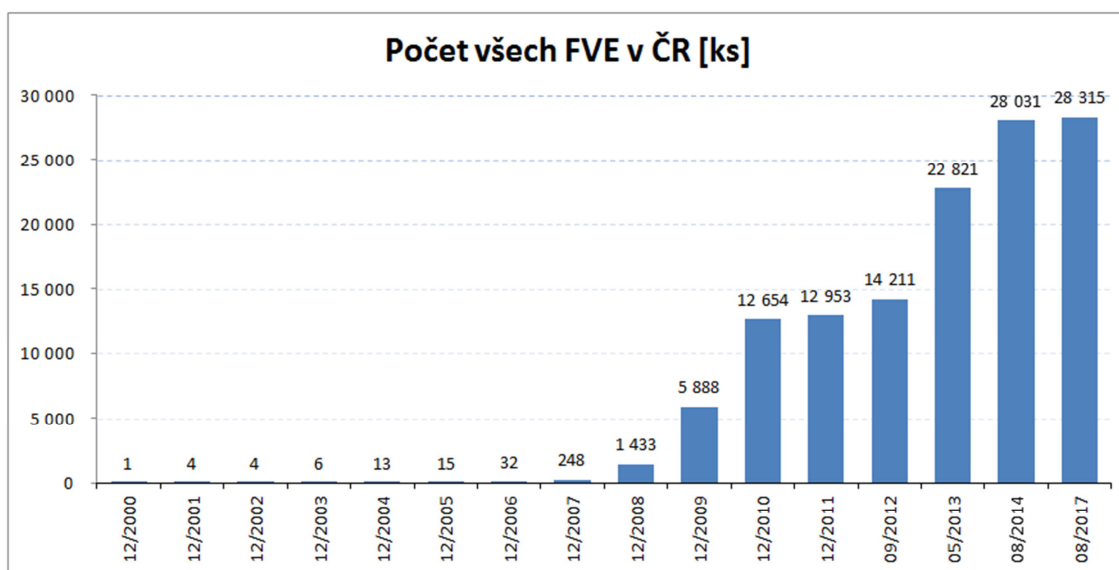


*Obr. 17 Větrné elektrárny a pole řepky olejné[68]*

## 7.6. Solární elektrárny

Tyto solární elektrárny u nás vyrábí okolo 3 % elektrické energie. Jejich velké pořizovací náklady byly vykoupeny štedrou výkupní cenou a dotacemi, které během několika let klesly o obrovská čísla. Za toto vše může takzvaný solární boom, který byl zmiňován v kapitolách výše, ale až teď si ho rozebereme.

**Solární boom** - vše odstartovalo tím, že se Česká republika zavázala Evropské unii tím, že v roce 2020 bude vyrábět 13 % elektrické energie z alternativních zdrojů. Vzhledem k nerentabilitě těchto zdrojů, chtěl stát namotivovat investory, a tak byly zavedeny štědré dotace. V roce 2006 vstoupil v platnost zákon č. 180/2005 Sb., který stanovoval výkupní cenu elektrické energie na 15 Kč/kWh, po dobu 20 let, což mělo zaručit návratnost investice do 15 let provozu. Součástí tohoto zákona byl i garantovaný meziroční pokles výkupní ceny, který nesměl překročit 5 %. Ten pravý solární boom přišel až mezi lety 2009-2010, kdy na trh přišli FV panely z Číny a rapidně klesly náklady na výstavbu elektráren. V tuto dobu naše politická scéna zaspala a byla probíraná spíše větrná energetika. Například v Německu tyto události byly včas podchyceny. V roce 2010 i přes naše podnebí, které není nijak extra vhodné pro provozování těchto elektráren, jsme se stali v instalovaném výkonu čtvrtým největším státem v Evropě. Důsledkem bylo razantní navýšení ceny elektřiny pro spotřebitele. Na podporu alternativních zdrojů se z původních 28 Kč/MWh (2006) platilo 583 Kč/MWh (2013), v dalších letech se cena zastavila na 495 Kč/MWh, které platíme do dnes.[51]



Obr. 18 Vývoj solárních elektráren u nás [69]

V našich klimatických podmínkách si myslím, že je výstavba solárních elektráren zbytečná vzhledem k místní intenzitě solárního záření. Zástavba pozemků pro velký požadovaný výkon by byla obrovská a znamenala by další zástavbu orné půdy. FV panely jsou dle mého názoru vhodné pro rodinné domy, k nahřívání vody nebo výrobě elektrické energie. Ve větším pojetí se hodí spíše do krajiny s větší intenzitou slunečního záření. U nás se z toho během solárního boomu stala investice do budoucna, která měla soukromníkům zařídit dostatek financí do důchodového věku.

## 8. Budoucnost energetiky

V roce 2035 nastane v České republice problém, kterým bude ukončení provozu JE Dukovany. S Evropskými normami o emisích, které povedou k uzavírání uhelných elektráren nebo omezením jejich provozu, vznikne na našem trhu mezera, která se bude muset zalepit. Vhodnou náhradou by bylo vystavění nového bloku v Dukovanech. Pokud by měl tento blok nahradit stávající elektrárenský blok, s výstavbou se mělo dávno začít, z důvodu dlouhých schvalovacích procesů. S alternativními zdroji jako zastoupení uhelných elektráren se nedá počítat, protože naše území k tomu zkrátka není vhodné a nemá takový potenciál jako třeba voda v Norsku nebo vítr v Německu. Například v Německu v roce 2022 dojde uzavření všech jaderných elektráren a plánují, že v roce 2050 bude 80 % elektrické energie vyrobené v Německu z alternativních zdrojů. Pokud nenajdeme vhodnou náhradu za Dukovany, může dojít k nulovému vývozu elektrické energie, v nejhorších případech k drobnému dovozu, což bude mít za následek nárůst cen elektřiny. Jedinou možnou náhradou zbývá buď nový jaderný blok, nebo spalování plynu. Výstavba nového bloku je ovšem běh na dlouhou trať, který potřebuje dlouhodobého investora, kterým v tomto případě může být například stát.[52]

Mnoho zemí po jaderných nehodách ustupuje od jaderného programu, jak bylo již výše zmiňované Německo. Další země budou Německo pravděpodobně následovat v následujících letech. Rozhodování bude hlavně na státech, které mají nejstarší jaderný park. Reaktory začnou pomalu dosluhovat a tyto státy se budou muset rozhodovat, kam bude směřovat jejich energetika. Příkladem jsou Spojené státy, Francie nebo Spojené království. Naopak boom zažívají státy Asie, hlavně Čína, která má v provozu 40 reaktorů a dalších 70 jaderných bloků se chystá stavět, nebo jsou ve výstavbě.[52]

Nejdůležitější pro energetiku bude ovládnutí jaderné fúze, která je na miliony let nevyčerpatelným zdrojem elektrické energie. Dalším mezníkem by mohlo být vybudování solárních elektráren v Saharské poušti a propojením s evropskou elektrizační soustavou. Tyto projekty jsou velice nákladné a zaslouží si podporu, která povede k ovládnutí jaderné fúze nebo vybudování obrovské solární elektrárny v Saharské poušti.

## 9. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo rozebrat jednotlivé zdroje elektrické energie a vyhodnotit, který z energetických zdrojů by byl pro nás nejvhodnější. Pro naši zemi se jako neperspektivnější zdroj budoucnosti jeví jádro. Postupným uzavíráním uhelných elektráren nám nic jiného nezbyde než vybudovat nový jaderný blok. V zemích jako je například Německo jim podnební podmínky dovolují zvětšovat výrobu z alternativních zdrojů, které jím v plné míře budou moct nahradit výrobu z jaderných a postupem času i uhelných elektráren. Naše klimatické podmínky nám toto nedovolují. V případě vodních elektráren, tam kde byl velký výrobní potenciál energie, už elektrárny vybudované byly a o nových elektrárnách nechtějí ochránci přírody ani slyšet. Co se týče větru a slunce, tak ani jeden z těchto zdrojů energie nemá u nás takový potenciál, aby se mohl stát primárním zdrojem elektrické energie. Spalování biomasy, bioodpadu a bioplynu je pro naše území určitě perspektivnější, ale v případě spalování biomasy se jedná o velmi nákladný zdroj elektrické energie, který je založen na velkých dotacích.

I když se může zdát, že je práce psána odpůrcem alternativních zdrojů elektrické energie, tak opak je pravdou. Jen si myslím, že výroba elektrické energie z těchto zdrojů potřebuje daleko větší investice do výzkumu a vývoje účinnějších zařízení. Tato zařízení jsou totiž v porovnání se svým výkonem velkými investicemi, zvýšením jejich účinnosti by došlo k větší rentabilitě a konkurence schopnosti s ostatními zdroji elektrické energie. Také si myslím, že státy Evropské unie by měly spolupracovat na budování těchto energetických zdrojů. Společně by se měly budovat elektrárny vzhledem ke klimatickým podmínkám daných států. Je nesmyslné, aby si státy na severu Evropy budovaly fotovoltaické elektrárny a státy ve střední Evropě budovaly větrníky, které nebudou mít takový výrobní potenciál jako na pobřeží oceánů a moří.

Při výběru tohoto tématu jsem si neuvědomoval, jak složité bude získávat informace ohledně investičních a provozních nákladů. U některých elektráren musela být cena odhadnuta z indicií, které mi byly poskytnuty. Ne vždy jsou uvedeny zdroje, protože jsem velké množství informací konzultoval s odborníky v daných odvětvích. Práce vznikala v rozmezí 2 let, proto jsou skoro všechny číselné údaje vztažené k roku 2017, kdy vznikala primární část práce.

## Seznam použité literatury:

### Knihy

- [1] KUBÍN, Miroslav. *Proměny české energetiky: historie, osobnosti, vědecko-technický rozvoj*. Praha: Český svaz zaměstnavatelů v energetice, c2009. ISBN 978-80-254-4524-2.

### Webové stránky

- [2] *Poznámky k historii výroby elektřiny v českých zemích* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: [http://www.spvez.cz/pages/history/history\\_01.htm](http://www.spvez.cz/pages/history/history_01.htm)
- [3] *První elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=1&ee\\_chapter=5.5.2](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=1&ee_chapter=5.5.2)
- [4] *Vítězství střídavého proudu* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=1&ee\\_chapter=5.5.4](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=1&ee_chapter=5.5.4)
- [5] *Proces výroby v uhelných elektrárnách* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektrarna.html>
- [6] *Energetické zdroje světa* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energeticke\\_zdroje\\_ve\\_sвете&site=energie&fbclid=IwAR12dqENEvxloOKH00xsWGSeRchTh7fI9jILrkR9ENAIu8TJCvppET6DJoU](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energeticke_zdroje_ve_sвете&site=energie&fbclid=IwAR12dqENEvxloOKH00xsWGSeRchTh7fI9jILrkR9ENAIu8TJCvppET6DJoU)
- [7] *Pearl Street Station* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pearl\\_Street\\_Station](https://en.wikipedia.org/wiki/Pearl_Street_Station)
- [8] *Elektrárny Pruněřov* [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/prunerov.html>
- [9] *Paroplynová elektrárna- princip funkce* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/paroplynova-elektrarna-princip-funkce/>
- [10] *Princip fungování jaderné elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.jaderne-elektrarny.cz/princip-fungovani-jaderne-elektrarny/>
- [11] *Jaderné elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: [http://jaderelek.wz.cz/stranky/jaderne\\_elektrarny.html](http://jaderelek.wz.cz/stranky/jaderne_elektrarny.html)
- [12] *Jaderná energetika v České republice* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-v-cr.html>
- [13] *Mýty a realita* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/realita-a-myty-o-jaderne-energii.html>
- [14] *Čtvrtletní zpráva o provozu ES ČR* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: [http://www.eru.cz/documents/10540/2298821/Ctvrtletni\\_zprava\\_2017\\_IV\\_Q.pdf/343cfba7-c121-49a6-9e2d-587cdeb08a04](http://www.eru.cz/documents/10540/2298821/Ctvrtletni_zprava_2017_IV_Q.pdf/343cfba7-c121-49a6-9e2d-587cdeb08a04)
- [15] *Zámecký mlýn s Křižkovou vodní elektrárnou* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.zamek-jindrichuvhradec.cz/cs/tipy-na-vylet/23469-zamecky-mlyn-s-krizkovou-vodni-elektrarno>
- [16] *Vodní elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni/>

## Seznam použitých zdrojů

- [17] *Malé vodní elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.dvs.cz/clanek.asp?id=6662402>
- [18] *Nejstarší provozované elektrárny světa* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/nejstarsi-provozovane-elektrarny-sveta/>
- [19] *Dlouhé stráně* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/dlouhe-strane.html>
- [20] *10 největších vodních elektráren světa* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/10-nejvetsich-vodnich-elektren-sveta.aspx>
- [21] *Větrné elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/vetrne-elektarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni/>
- [22] *Z historie větrných elektráren* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/z-historie-vetrnych-elektren--13364>
- [23] *Větrné elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/79312>
- [24] *Větrná energetika kráčí ve světě dál. A v České republice?* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://energie21.cz/vetrna-energetika-ve-svete-kraci-dal-a-v-ceske-republice/>
- [25] *Největší světová větrná farma* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/vetrna-energie/nejvetsi-vetrna-farma-sveta-spustena-v-texasu>
- [26] *Fotovoltaické elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/fotovoltaicka-elektarna-princip-funkce-a-soucasti/>
- [27] *Stručná historie fotovoltaiky* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11652-strucna-historie-fotovoltaiky>
- [28] *Nejstarší fotovoltaická elektrárna v České republice* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/13447-nejstarsi-fotovoltaicka-elektarna-v-ceske-republice>
- [29] *Největší solární elektrárny světa* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektarny-svet/deset-nejvetsich-solarnich-elektren-sveta/>
- [30] *Světový výkon solárních zdrojů roste* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/svetovy-vykon-solarnich-elektren-roste-rekordnim-tempem/>
- [31] *Biomasa* [online]. Biomasa [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-neyhody/>
- [32] *Historie a perspektiva biomasy* [online]. Biomasa [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/biomasa/5902-historie-a-perspektivy-oze-biomasa-i>
- [33] *Elektrárny ČEZ spalující biomasu* [online]. Biomasa [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/elektarny-cez-spalujici-biomasu.html>



## Seznam použitých zdrojů

- [34] *Vývoj hrubé výroby elektřiny a tepla k prodeji v energetické bilanci* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.dvs.cz/clanek.asp?id=6662402https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/2019/1/Elektrina---teplo-2010-2017.pdf>
- [35] *Spotřeba elektřiny v ČR* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/spotreba-elektriny-v-cr-loni-vzrostla-na-rekordnich-73-8-twh/1624840>
- [36] *JE Temelín* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1\\_elektr%C3%A1rna\\_Temel%C3%ADn](https://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna_Temel%C3%ADn)
- [37] *MVE Štětí* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://litomericky.denik.cz/zpravy\\_region/elektrarna-na-labi-ma-uslechtile-poslani20100104.html](https://litomericky.denik.cz/zpravy_region/elektrarna-na-labi-ma-uslechtile-poslani20100104.html)
- [38] *FVE Ralsko* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltai%C3%A1\\_elektr%C3%A1rna\\_Ralsko\\_Ra\\_1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltai%C3%A1_elektr%C3%A1rna_Ralsko_Ra_1)
- [39] *Zelené bonusy a výkupní ceny* [online]. Biomasa [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.solarniasociace.cz/cs/pro-verejnost/caste-dotazy>
- [40] *Výše výkupních cen a zelených bonusů* [online]. Biomasa [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/91-vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu>
- [41] *11 důvodů proč si nekupovat solární panely* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/11-duvodu-proc-si-nekupovat-solarni-panely/>
- [42] *Z větrných elektráren minulosti se může stát velký problém* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/z-vetrynych-elektraren-minulosti-se-muze-stat-velky-problem-budoucnosti-a-nebo-taky-nemusi>
- [43] *Desert Sunlight Solar Farm* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Desert\\_Sunlight\\_Solar\\_Farm](https://en.wikipedia.org/wiki/Desert_Sunlight_Solar_Farm)
- [44] *NP Podyjí* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1rodn%C3%AD\\_park\\_Podyj%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1rodn%C3%AD_park_Podyj%C3%AD)
- [45] *CHKO Beskydy* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <http://beskydy.ochranaprirody.cz/>
- [46] *Roscoe farm Texas* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/nejvetsi-vetrna-farma-roscoe-o-vykonu-781-5-mw-stoji-v-usa.aspx>
- [47] *Paroplynové elektrárny* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/paroplynove-elektrarny/provozovane-paroplynove-elektrarny.html>
- [48] *Emise CO<sub>2</sub>* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/emise-co2/nejvetsimi-zdroji-co2-v-cesku-jsou-elektrarny-pocerady-a-tusimice/>
- [49] *Je okolí Temelína radioaktivní?* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.3pol.cz/cz/rubriky/jaderna-fyzika-a-energetika/482-je-okoli-temelina-radioaktivni>
- [50] *Dalešice* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/dalesice.html>



## Seznam použitých zdrojů

- [51] *Příčiny solárního boomu v České republice* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/priciny-solarniho-boomu/>
- [52] *Česko jde proti evropskému proudu* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: [https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/priciny-solarniho-boomu/https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/atomova-energie-jaderna-elektrarna-dukovany-temelin\\_1804160705\\_jab](https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/priciny-solarniho-boomu/https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/atomova-energie-jaderna-elektrarna-dukovany-temelin_1804160705_jab)

## Seznam použitých obrázků:

- [53] *Elektrárna Holešovice* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/EE/images/05/\\_holesovice.jpg](http://www.energyweb.cz/web/EE/images/05/_holesovice.jpg)
- [54] *Elektrárna Prunéřov* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://media.novinky.cz/505/195057-top\\_foto1-jlq2x.jpg?1285405201](https://media.novinky.cz/505/195057-top_foto1-jlq2x.jpg?1285405201)
- [55] *Vypouštění CO<sub>2</sub>* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/i/auto/uhelna-tepelna-elektrarna-kominy-emise-znecisteni-ovzdusi.jpg>
- [56] *Paroplynový oběh* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/domains/oenergetice.cz/wp-content/uploads/2015/04/paroplyn.jpg>
- [57] *Jaderná elektrárna Černobyl* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://media.novinky.cz/564/545642-top\\_foto1-d148v.jpg?1461313806](https://media.novinky.cz/564/545642-top_foto1-d148v.jpg?1461313806)
- [58] *Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://www.zive.cz/GetThumbNail.aspx?w=600&h=300&q=60&id\\_file=28929686](https://www.zive.cz/GetThumbNail.aspx?w=600&h=300&q=60&id_file=28929686)
- [59] *Vodní elektrárna Tři soutěsky* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://www.zive.cz/GetThumbNail.aspx?w=600&h=300&q=60&id\\_file=28929686http://zeme.minutex.cz/bin/motives/prehrada-tri-soutesky-velka-4d6177037ad51.jpg](https://www.zive.cz/GetThumbNail.aspx?w=600&h=300&q=60&id_file=28929686http://zeme.minutex.cz/bin/motives/prehrada-tri-soutesky-velka-4d6177037ad51.jpg)
- [60] *Offshore větrný park Alpha Ventu* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/domains/oenergetice.cz/wp-content/uploads/2015/02/offshore.jpg>
- [61] *Větrná farma v Texasu* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://www.energydigital.com/sites/default/files/styles/slider\\_detail/public/bizclik-drupal-prod/topic/image/article\\_im3232\\_wind-power-texas.jpg?itok=3TXWX-jU](https://www.energydigital.com/sites/default/files/styles/slider_detail/public/bizclik-drupal-prod/topic/image/article_im3232_wind-power-texas.jpg?itok=3TXWX-jU)
- [62] *P-N přechod* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/domains/oenergetice.cz/wp-content/uploads/2015/04/clanek.gif>
- [63] *The Panda Power plant v Číně* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://amp.businessinsider.com/images/595e528ad084cc163f8b74b7-750-375.jpg>
- [64] *Pelety z biomasy* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [http://pelety-biomasa.cz/wp-content/uploads/pelety\\_tuv1.jpg](http://pelety-biomasa.cz/wp-content/uploads/pelety_tuv1.jpg)
- [65] *Mapa CHKO a NP v České republice* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ee/CHKO%2BNP\\_Czech\\_map.png/400px-CHKO%2BNP\\_Czech\\_map.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ee/CHKO%2BNP_Czech_map.png/400px-CHKO%2BNP_Czech_map.png)

## Seznam použitých zdrojů

- [66] *Vývoj ceny emisních povolenek* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.patria.cz/Fotobank/d1b0cf41-0715-4e21-b46b-120c1f39f85e>
- [67] *Chaty na břehu Slapské přehrady* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.patria.cz/Fotobank/d1b0cf41-0715-4e21-b46b-120c1f39f85ehttps://www.ubytovani-aktualne.cz/housing/5b23d48e7ad009f6f6a0/large/chatky-zrubek.jpg?>
- [68] *Větrné elektrárny a pole řepky olejné* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.voestalpine.com/blog/wp-content/uploads/2015/08/wind-energie-low.jpg>
- [69] *Vývoj solárních elektráren u nás* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [http://www.elektrarny.pro/grafy/FVE\\_All.png](http://www.elektrarny.pro/grafy/FVE_All.png)